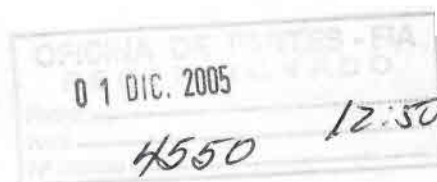


# Universidad Católica de Temuco



## CURSO BIOINDICADORES DE CALIDAD DE AGUA: HERRAMIENTA DE GESTIÓN PARA EL SECTOR AGROPECUARIO.



GOBIERNO DE CHILE  
SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO

Auspician:



EQUILAB LTDA.

Patrocina: Sociedad de Limnología de Chile



27-31 de Enero 2005 Temuco-Chile

**Dr. Narcís Prat.**

Catedrático del Departamento de Ecología  
Universidad de Barcelona España.

**Dra. Núria Bonada.**

Investigador del Departamento de Ecología  
Universidad de Barcelona. España.



**Estudio de las condiciones de referencia en  
cuencas altoandinas: variación ambiental y  
comunidades de macroinvertebrados**

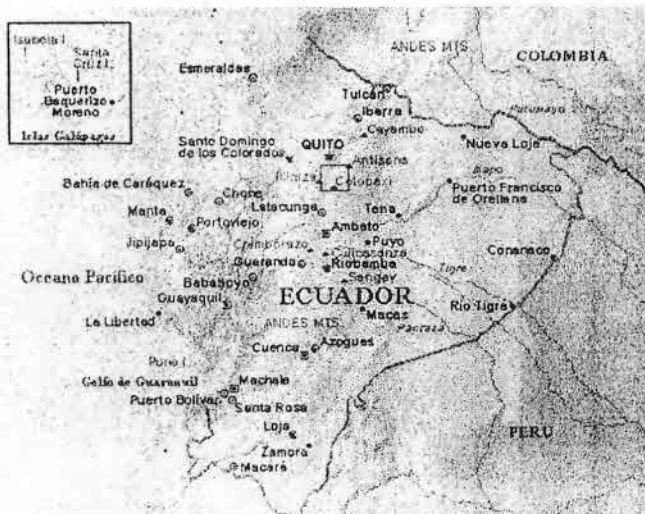
**Blanca Ríos y Narcís Prat  
Departament d'Ecologia  
Universitat de Barcelona**

Blanca Ríos y Narcís Prat  
Departament d'Ecologia  
Universitat de Barcelona

## Cuencas altoandinas en los Andes ecuatorianos

The map illustrates the high Andean basins of Ecuador. An inset map shows Ecuador's location within South America. The main map labels the following locations:

- Cities and Towns:** Esmeraldas, Tulcan, Ibarra, Cayambe, Antisena, Chota, Latacunga, Tena, Puyo, Alacranza, Riobamba, Saraguro, Babaspyo, Guayaquil, La Libertad, Puno, Celso de Guarand, Machala, Santa Rosa, Loja, Zamora, Macara, Cuenca, Azogues, Macas, Conacoma, Tigras, Saporza, Nuevo Loja, Bapa, Puerto Francisco de Orellana, Cuenca, Macas, Azogues, Loja, Zamora, Macara.
- Geographical Features:** ANDES MTS., OCEANO PACIFICO, Rio Tigras, Saporza.
- Neighboring Countries:** COLOMBIA, PERU.
- Inset Map Labels:** America del sur, Ecuador, Santa Cruz, Puerto Quevedo, Moreno, Isla Galapagos.





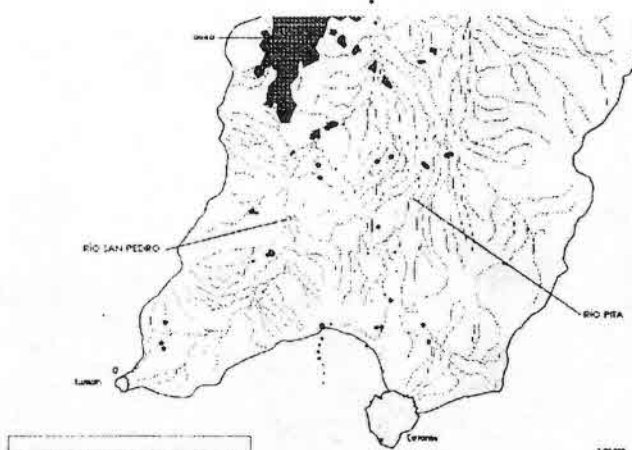
Valle interandino:

Gradiente altitudinal (2500-5000 m snm)

3 tipos de vegetación de la cuenca



Estaciones de muestreo (n=25)



1  $\cong$  3600 m s.n.m. 2  $\cong$  3200 m s.n.m. 3  $\cong$  2800 m s.n.m.

### Metodología

- Medición de parámetros hídricos, morfométricos y químicos:

- ▮ variables *in situ*: pH, conductividad, oxígeno disuelto, saturación de oxígeno, velocidad de corriente, caudal ancho y profundidad

- ▮ variables medidas en laboratorio:

Alcalinidad	Coliformes totales y fecales
Cloruros	Turbidez
Amonio	Color
Nitratos	
Sulfatos	
Fosfatos	

### Metodología

- Índice de hábitat físico IHF (Pardo *et al.*, 2002):

- ▮ Se analizó en un tramo de 100 metros:

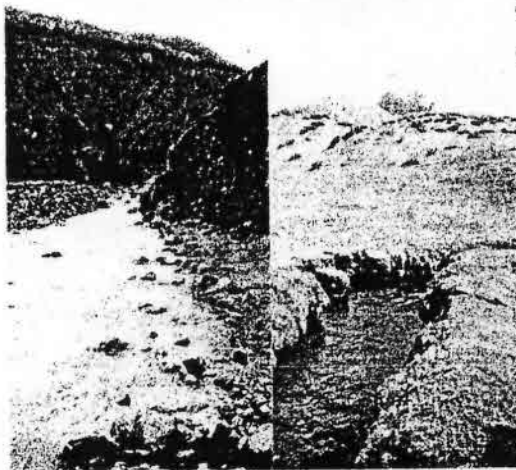
- ◆ % de inclusión por sedimentos finos
- ◆ Frecuencia de rápidos
- ◆ Regímenes de velocidad profundidad
- ◆ Porcentaje de sombra en el cauce
- ◆ Elementos de heterogeneidad
- ◆ Diversidad de composición del sustrato

- ▮ Cobertura de vegetación acuática: utilizando cuadrantes de 1 m x 1 m a c/m a lo largo del río en el tramo estudiado.

### Metodología

- Bosque de ribera -índice **QBR**- (Munné et al., 2003):
  - ▮ Se analizó en un tramo de 100 metros:
    - ♦ Grado de cubierta de la zona de ribera
    - ♦ estructura de la cubierta
    - ♦ puntuación del desnivel de la zona de ribera
  - ▮ Inventario preliminar de árboles y arbustos de ribera.
- **Macroinvertebrados** acuáticos (Ecostrimed, Guadalmed):
  - ♦ muestreo multihábitat (mangas 250 µm)
  - ♦ abundancia relativa: 200 primeros individuos y de toda la muestra en cuatro rangos de abundancia ([www.guadalmed.org](http://www.guadalmed.org))

### Análisis ambiental de las cuencas – bosque de ribera-



Grado de cubierta > 80%  
actividad > 50%  
5% sotobosque  
arbustivo

Alto Pita  
Sin cubierta vegetal  
No hay árboles ni  
arbustos



## Análisis ambiental de las cuencas - Hábitat acuático -

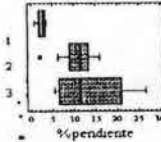
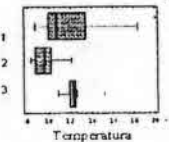
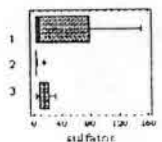
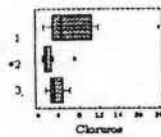
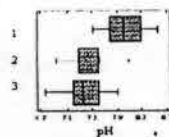
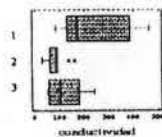
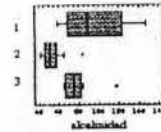
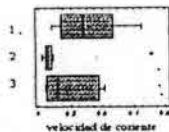
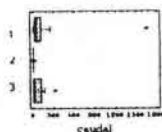
1  $\cong$  3600 m s.n.m.

2  $\cong$  3200 m s.n.m.

3  $\cong$  2800 m s.n.m.



## Análisis ambiental de las cuencas -hidrología y físicoquímica-



Diferencias  
significativas  
Entre grupos  
altitudinales  
(Kruskal-Wallis)

Grupo altitudinal  
1= 3600 m s.n.m.  
2= 3200m s.n.m.  
3= 2800m s.n.m.

## Análisis ambiental de las cuencas – análisis de agrupamiento-

### Kmeans cluster –3 grupos-

hidro-morfométricas

7 variables

físico-químicas del

agua

7 variables

hábitat físico de los ríos

y vegetación

5 variables

bosque de ribera

3 variables

PCAs

22

8

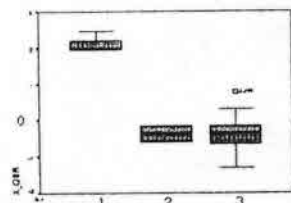
K MEANS  
CLUSTER

1 → 4 Estaciones alto Pita

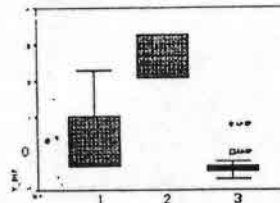
2 → 2 estaciones ríos someros  
(de altitudes baja y media)

3 → 19 estaciones restantes

## Análisis ambiental de las cuencas – análisis de agrupamiento- Análisis discriminante



> 0 = sin cubierta ni estructura arbórea  
< 0 = con cubierta y estructura arbórea

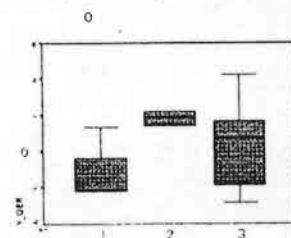


> 0 = menos regímenes vel./prof.  
< 0 = más regímenes vel./prof.

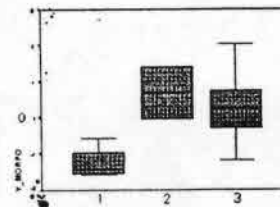
1= 3600 m s.n.m.

2= 3200m s.n.m.

3= 2800m s.n.m.



> 0 = mayor pendiente en la ribera  
< 0 = menor pendiente en la ribera

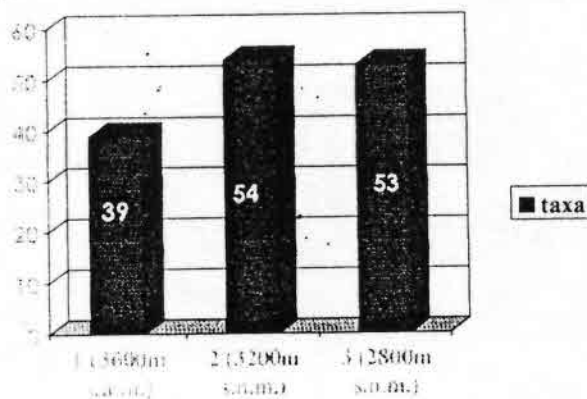


> 0 = menos altitud más pendiente  
< 0 = más altitud menos pendiente

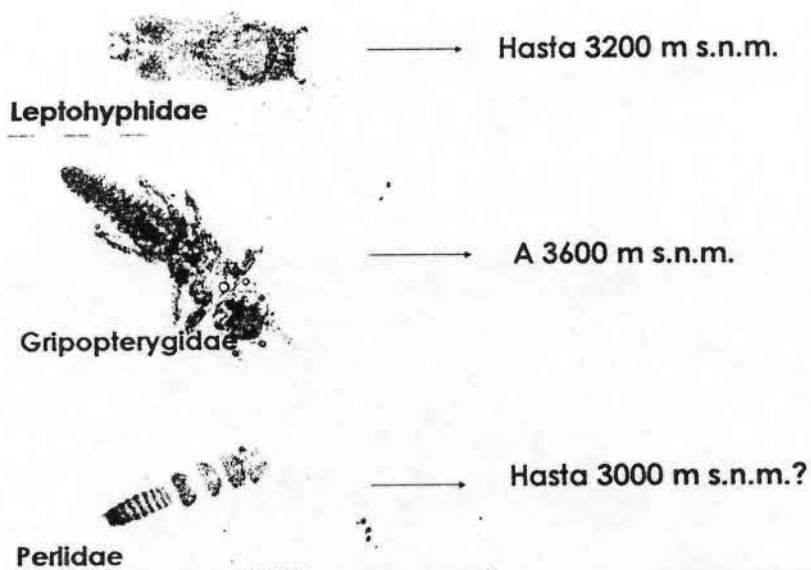
## Las comunidades de Macroinvertebrados

### Diversidad

- Se encontraron 64 taxa (49 insectos) en total.
- Trichoptera y Diptera órdenes con más familias (13 c/u)

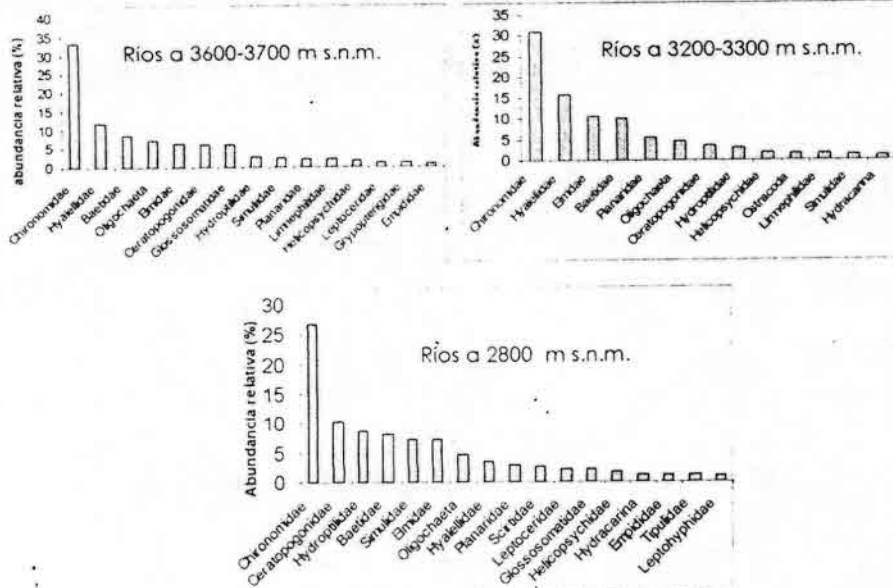


### Taxa limitados altitudinalmente

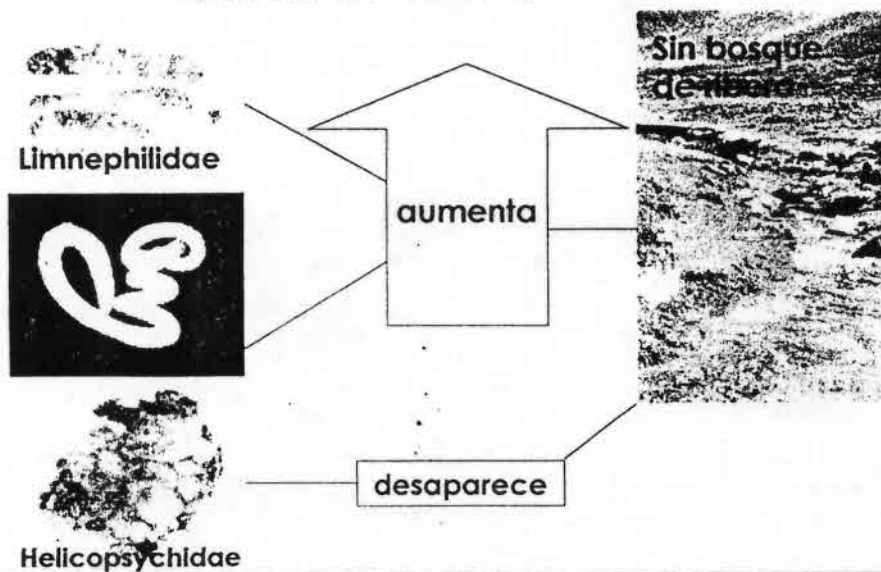




## taxa dominantes de los grupos altitudinales



## Diferencias de las abundancias relativas de macroinvertebrados (Kruskal-Wallis) de los ríos con y sin cobertura de bosque de ribera



### Diferencias altitudinales de las abundancias relativas de macroinvertebrados (Kruskal-Wallis)

Solo tres familias presentaron diferencias significativas

Familias	GRUPO ALTITUDINAL DE ESTACIONES		
	1 (~3600 m s.n.m.)	2 (~3200 m s.n.m.)	3 (~2800 m s.n.m.)
Simuliidae	↑	↓	↑
Perlidae	↓	↑	
Leptohyphidae		↓	↑

### Relación de las abundancia relativa de macroinvertebrados con las variables (correlaciones)

correlación	Variables				
	Caudal	Ancho	Profundidad	%	pH
Directa	Limnephilidae	Hydroptilidae	Oligocheta	Scirtidae	
	Blephariceridae	Calamoceratidae			
Indirecta			Tipulidae		Psychodidae

¿Están relacionadas las comunidades de macroinvertebrados con los grupos de estaciones formadas por el cluster?

**NO**

- no se encontraron especies indicadoras de los grupos (análisis IndVal)
- Los ejes generados por el CCA no fueron significativos
- Las principales diferencias de la fauna son las restricciones altitudinales de pocos taxa. De **64** taxa encontrados **13** (**10** raros) tienen limitaciones altitudinales.
- Los taxa dominantes en los grupos altitudinales son similares

### Conclusiones sobre las estaciones de referencia

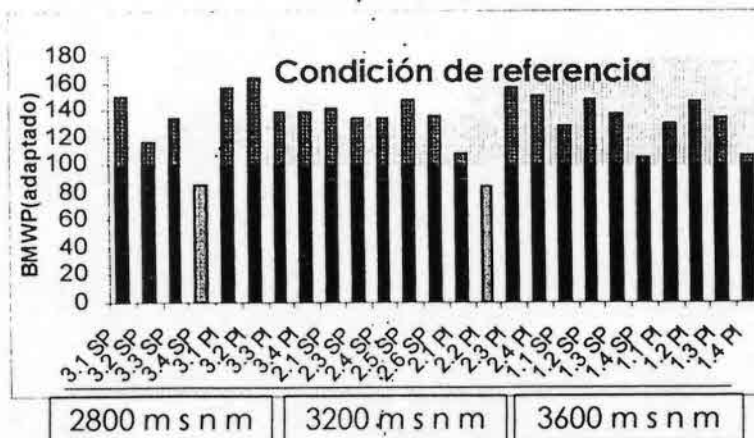
- Las principales diferencias ambientales de las estaciones de referencia en el rango altitudinal estudiado (**2800 a 3600m s.n.m**) se relacionan con el grado y estructura de la cubierta del **bosque de ribera** y **la pendiente**.
- Las comunidades de **macroinvertebrados** tienen pocas variaciones en el rango estudiado (2800 a 3600 m s.n.m.).
- Los colonizadores rápidos (Chironomidae, Baetidae) son los más abundantes y comunes.
- Los patrones ambientales observados **no se corresponden** con la estructura de la comunidad de **macroinvertebrados**.



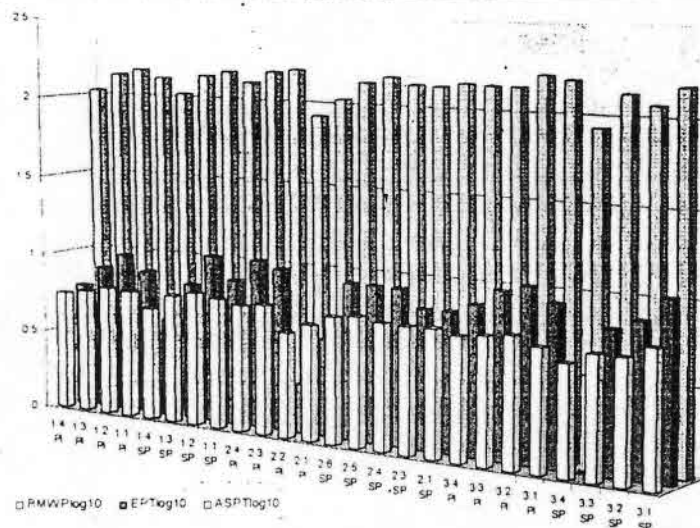
### Reflexiones estaciones de referencia

- La dominancia de **colonizadores rápidos** en sitios de referencia podría estar relacionada a la **alta frecuencia de perturbaciones naturales**.
- El muestreo multihábitat, más exploratorio y extensivo, favorece la colecta de organismos sensibles a las perturbaciones.
- Falta de diferencias favorece al establecimiento de índices biológicos comunes en este rango altitudinal.

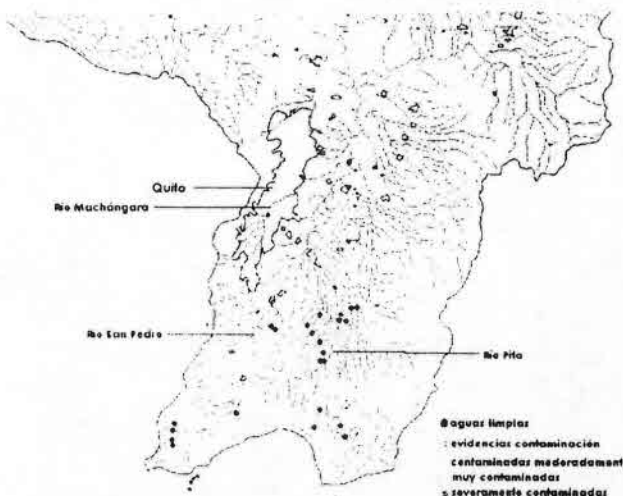
### Prueba de asignación de condición de referencia mediante los índices BMWP y ASPT adaptados y EPT



### Prueba de asignación de condición de referencia mediante los índices BMWP y ASPT adaptados y EPT



### Cálculo del índice BMWP adaptado para puntos contaminados de la misma zona



## AGRADECIMIENTOS

Fondo para la Conservación del Agua (FONAG-Ecuador)

The Nature Conservancy (Ecuador)

Departamento de Gestión Ambiental- Empresa Municipal  
de Agua Potable y Alcantarillado de Quito

Corporación de Salud Ambiental de Quito

Fundación AGUA

Ecolap-Universidad San Francisco de Quito

Herbario QCA-Pontificia Universidad Católica del Ecuador

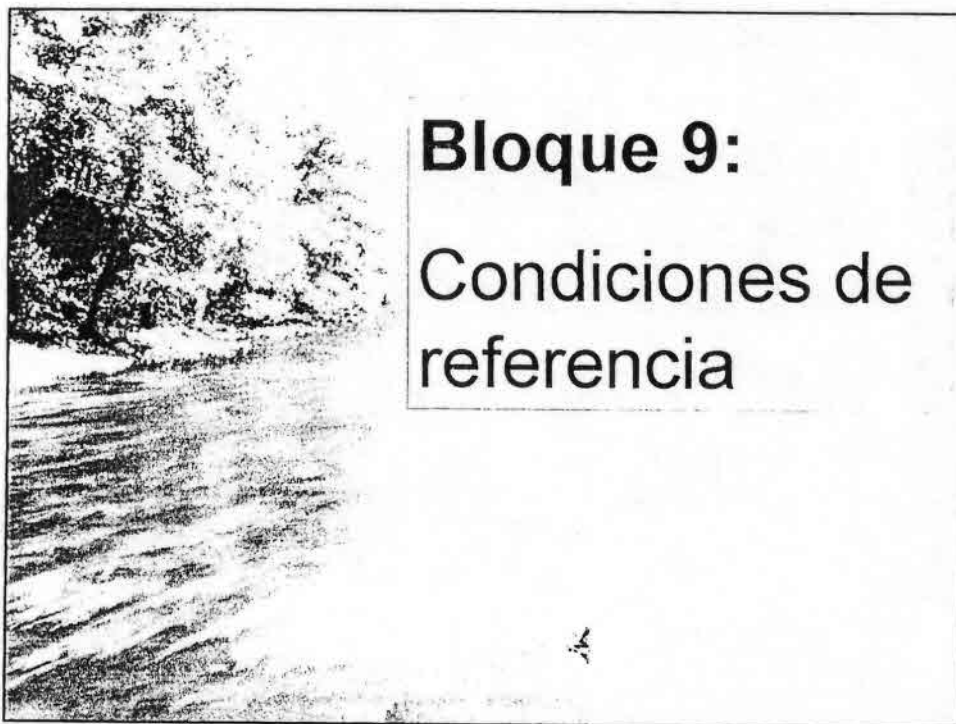
Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales

Grupo Ecobill del Departament d'Ecologia

de la UB







## Introducción

### Experimentos en laboratorio

**Variables controladas excepto la de interés**  
(p.ej. mortalidad de un organismo frente a un tóxico)

Replicabilidad fácil

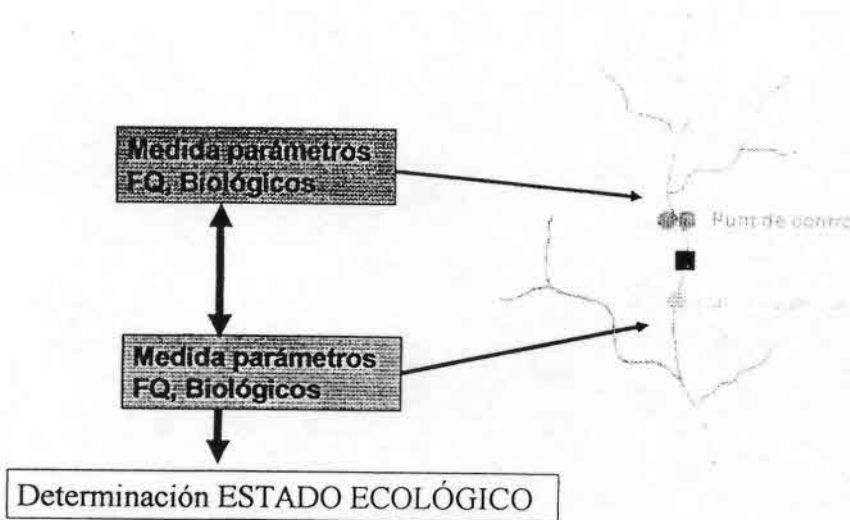
### Trabajos de campo

Variables NO controladas

Replicabilidad difícil

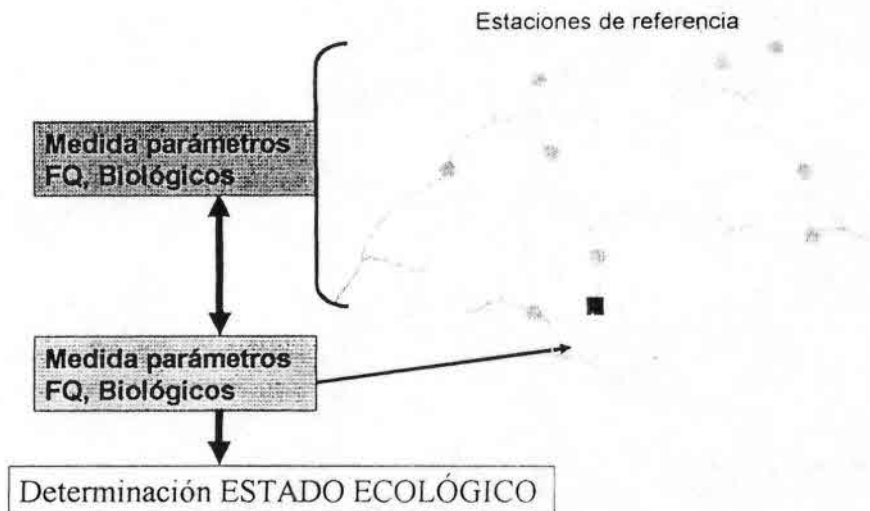
## Trabajos de campo: controles y réplicas

Tradición: Antes vs. Después ("BACI designs")



## Trabajos de campo: controles y réplicas

### Condición de Referencia



### Condición de Referencia

Es la condición representativa de un grupo de estaciones no perturbadas agrupadas por un conjunto de características físicas, químicas o biológicas.

Las estaciones que tienen esta condición, se llaman estaciones de referencia, y deben presentar un ESTADO ECOLÓGICO MUY BUENO.



Alta montaña



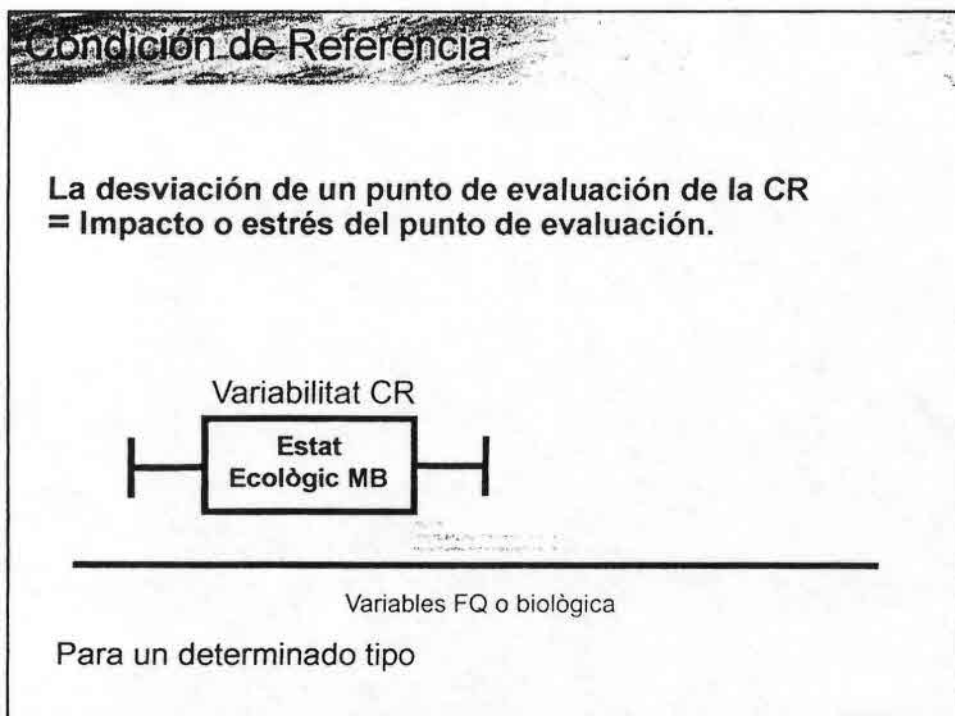
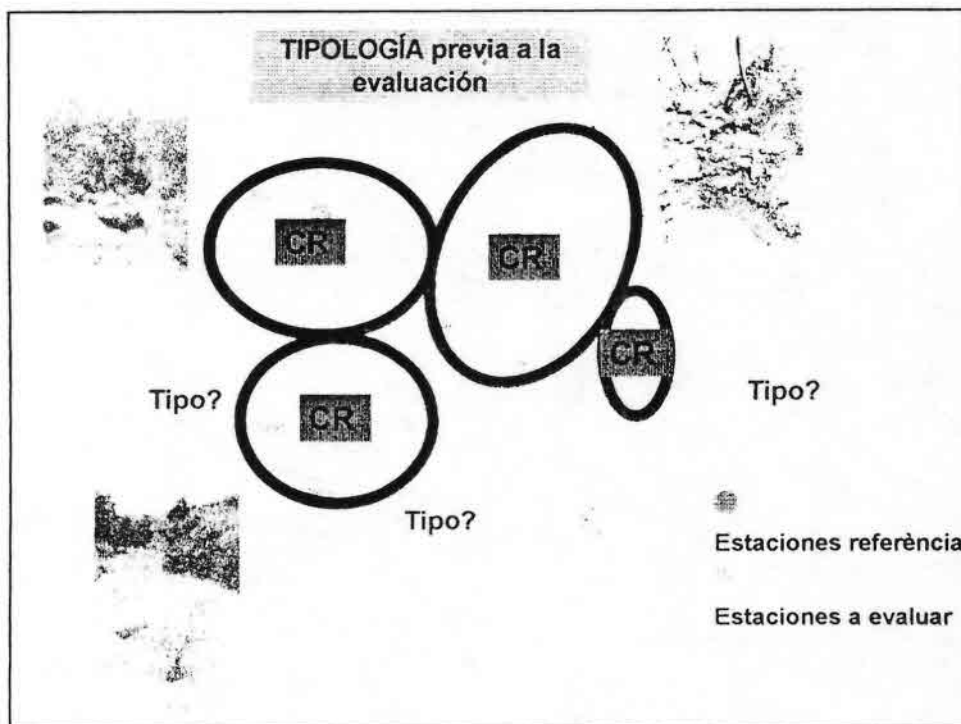
Montaña media



Karsts



Ramblas



## El método de la CR

Determinación calidad del punto de evaluación según la CR

1.- Selección i validación puntos referencia

2.- Determinación datos FQ y biológicos

3.- Agrupación CR (TIPOLOGIA)

4.- Determinación de la CR para cada tipo

5.- Comparación estación de evaluación con la CR

MULTIMETRICO

MULTIVARIANTE

## Selección de estaciones de referencia

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Opinión del experto	Incorpora datos históricos, opiniones y conceptos actuales	Sesgo. Subjectividad.
Datos históricos	Relativamente fáciles de obtener	Datos variables, pocas medidas. Calidad desconocida.
Paleolimnología	Incorpora datos FQ y biológicos.	Sólo sistemas lénticos. Costosos de inicialitzar.
Modelización	Específicos de cada región.	Requiere muchos datos, calibración y modelización.
Estudios	Específicos de cada región.	Costosos de inicialitzar.

## Selección de estaciones de referencia



**GUADALMED: Estado Ecológico ríos mediterraneos**

161 estaciones

## Selección de estaciones de referencia

1 - **Seleccionar** estaciones "a priori" con los criterios que se juzguen oportunos, mejor de tipo geomorfológico

2 - **Validar** las estaciones con criterios biológicos que no hayan sido usados en la selección

Guadalmed  
METODO SCR  
(10 Criterios)

<10% uso de la cuenca (urbano, agrícola o industrial)  
 Cuanto mayor la dominancia en uso de la cuenca por usos naturales, la mejor será la calidad  
 cuanto a alteraciones

**Bosque de Ribera Naturalizado:** Este criterio se refiere al grado de cobertura de la  
 cobertura natural de las riberas. Se considerará SI cuando la cobertura vegetal en un  
 punto de muestreo es la que debería de tener para los tipos de río y zona en los  
 cuales la referencia será un bosque de ribera con árboles y semideciduos. No obstante en  
 otros casos no tiene que ser así, por ejemplo en cabeceras de río de 200m de ancho  
 puede no existir cobertura por causas naturales y esto sería la situación de referencia. En  
 las cuerdas o en los ríos temporales el criterio puede ser que la cobertura arbórea  
 no exista más allá del 50%, lo que sería la situación natural.

**Bosque de Ribera constituido por especies autóctonas:** Se considerará SI cuando el  
 bosque de ribera es sólo formado exclusivamente por especies vegetales autóctonas. En el  
 caso SI que se encuentren en el río algunos SI se trata de una especie  
 naturalizada (trófico) pero no autóctona, por ejemplo no se trata de una especie  
 de especies autóctonas se encuentra en la lista de especies autóctonas.

**Bosque de Ribera sin alteraciones:** En este caso un punto de muestreo tendrá un bosque  
 de ribera sin alteraciones cuando no existan infraestructuras importantes en los ríos,  
 tales como diques, azudes, puentes, etc. La respuesta SI indicará bosques sin  
 alteraciones.

**Canal fluvial natural:** Se considerará SI cuando el río no está canalizado ni presenta  
 escollones que regulen el canal del río, o puentes o azudes o otras estructuras similares.

**Río sin Regulación:** Un punto de muestreo contendrá una regulación por embalses aguas  
 arriba se considerará regulado. La respuesta SI indica una falta de regulación.

**Hábitat del lecho adecuado:** Se considerará SI cuando el fondo estudiado muestra un  
 sustrato correspondiente al del tipo al que pertenece, es decir pedras grandes en partes  
 altas, cantos y gravas en tramos medios y bajos y arenas o lodos en las zonas bajas.

**Concentración de amonio:** En este caso SI SI significa una concentración de amonio  
 menor a 0.5mg/l.

**Concentración de N-Nitritos<0.01:** En este caso SI SI significa una concentración de  
 N-nitritos menor a 0.01mg/l.

**Concentración de P-Fosfatos<0.05:** En este caso SI SI significa una concentración de  
 P-fosfatos menor a 0.05mg/l.

## Criterios para la selección de Estaciones de Referencia

## Selección de estaciones de referencia

### METODO SCR (10 Criterios)

Concentración amonio <0.01  
 Concentración N-nitritos <0.01  
 Concentración P-fosfatos <0.05  
 Hábitat del lecho adecuado  
 Bosque de ribera sin alteraciones  
 Bosque de ribera con especies autóctonas  
 Cobertura natural del bosque de ribera  
 <10% cuenca urbano, agrícola o industrial  
 Canal fluvial natural  
 Río sin regulación

**SCR (0-10)**  
 SCR=10 estación  
 referencia

A veces nunca se cumplen!

**Máximo Potencial Ecológico:  $7 \leq SCR \leq 9$**

Condiciones  
 difícilmente  
 restaurables



## **Métodos predictivos: RIVPACS**

### **OBJETIVO:**

Desarrollo de un sistema de clasificación de los lugares no contaminados de los ríos basado en los macroinvertebrados.

Predecir la fauna de macroinvertebrados mediante la medida de unas pocas variables ambientales.

Comparar la fauna que se predice con la observada y a partir de aquí establecer la calidad ecológica del río.

### **Requerimientos:**

Conocer bien la fauna de macroinvertebrados. Tener estaciones de referencia para poder comparar. Uso de métodos multivariantes.

## **RIVPACS: Pasos a realizar**

1 – Identificar lugares con gran calidad biológica para que sirvan de puntos de referencia.

2 – Agrupar los lugares de referencia por su comunidad de macroinvertebrados.

3 – Predecir la fauna en cada punto mediante parámetros ambientales.

4 – Establecer la probabilidad de un lugar estudiado pertenezca a cada uno de los grupos y la probabilidad de que un taxa esté en un grupo determinado.

5 – Comparar la fauna observada con la esperada

6 – Establecer el nivel de calidad.

## **RIVPACS: Método de muestreo**

- 1 – Se necesita un protocolo simple y flexible para aplicar a muchos lugares que puedan ser relativamente diferentes y por muchas personas distintas.
- 2 – Es un método semicuantitativo.
  - Se usa una red de mano (300 micras)
  - 3 minutos de muestreo con la red en todos los habitats
  - + 1 minuto de muestreo manual en el río.
  - Tres periodos de muestreo (primavera-verano-otoño)
  - La muestra se colecta totalmente y se transporta al laboratorio
  - La abundancia se puede indicar en clases logarítmicas base 10.
  - Todas las muestras de referencia procesadas por un mismo Instituto para evitar problemas de manipulación
  - Identificación a nivel de género o especie, pero es posible utilizarlo a nivel de familia

## **RIVPACS: Control de calidad**

Importante para medida y control de errores. La mayoría de las muestras se recolectan por las agencias ambientales y se clasifican hasta nivel de familia.

Aunque el protocolo está claro y existe un libro que lo explicita, se pueden presentar problemas en:

- 1 – El muestreo
- 2 – La separación de las muestras
- 3 – La clasificación taxonómica

1 de cada 10 muestras al azar es reexaminada por un especialista de la Freshwater Biological Association. En promedio se encuentran entre 0,65 y 4,39 nuevos taxa en cada muestra.

Para evitar futuros problemas se hacen workshops, formación continuada, etc..

## **RIVPACS: Lugares de referencia**

**Método del experto:**

**Mapas viendo el uso del territorio adyacente**

**Consultas a biólogos locales**

**Indagar en todo tipo de ríos (pero no hay una tipología previa)**

**Protocolo de muestreo estricto**

## **RIVPACS: Clasificación y ordenación de los lugares de muestreo**

**Clasificación lugares mediante el twinspace**

**Se juntan las listas de taxones de las 3 épocas de muestreo**

**Inicialmente 614 estaciones en Inglaterra, 35 grupos de  
estaciones (entre 6 y 39 estaciones por grupo)**

**Variables usadas en la predicción:**

**Inicialmente 28**

**Se reducen al final a 12 variables entre 50 opciones posibles de  
combinación de variables.**

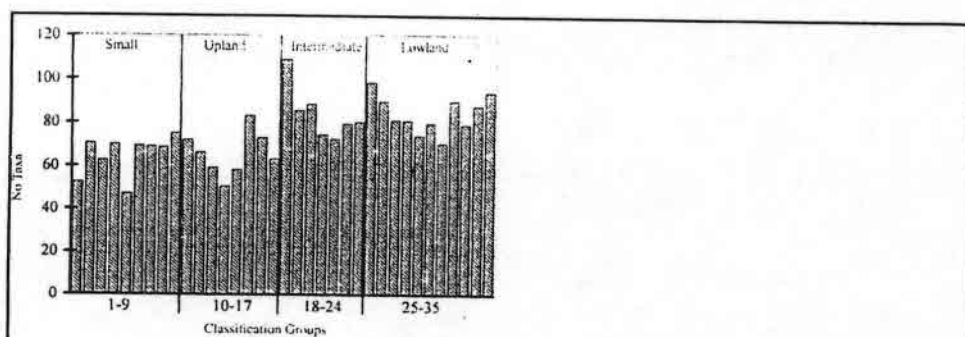
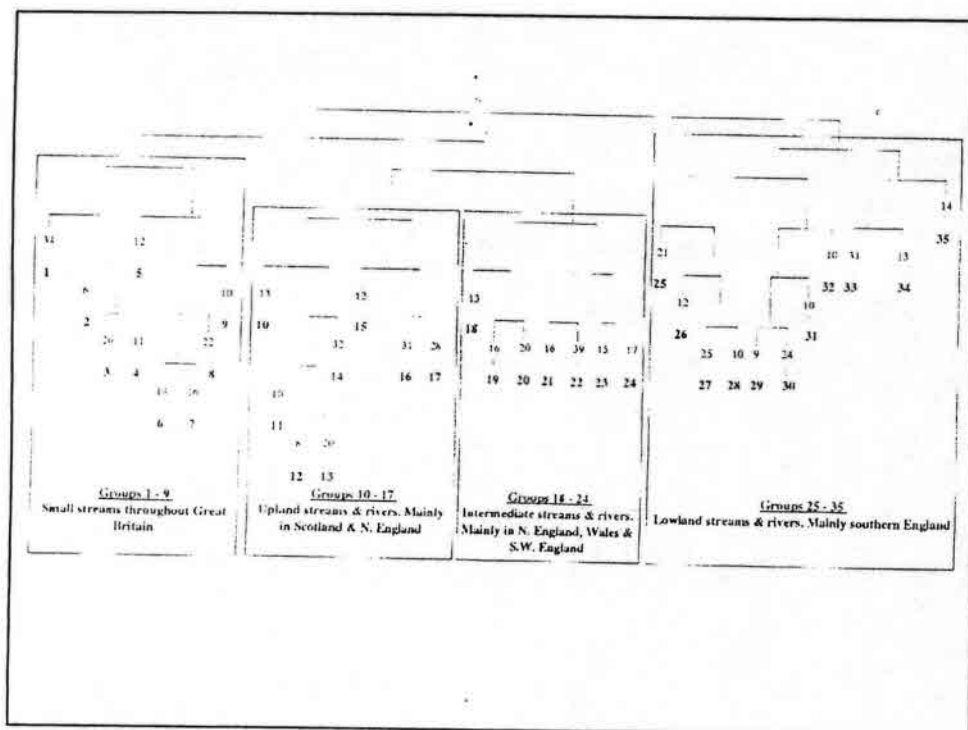


Figure 1.3. Mean standardized taxon richness for the 35 classification groups in RIVPACS III.

Table 1.2. The five environmental options available for prediction in RIVPACS III. Option 1 is recommended for use in Great Britain.

All five options require the following eight variables:

Distance from source (km)	Altitude (m)
Mean substratum (phi units)	Discharge category (9 categories, cumecs)
Mean water width (m)	Mean water depth (cm)
Latitude (°N)	Longitude (°W/E)

Two to four additional variables are also required, according to the option chosen.

Variable	Option 1	Option 2	Option 3	Option 4	Option 5
Alkalinity (mg CaCO <sub>3</sub> l <sup>-1</sup> )	+	+	-	+	-
Slope (m km <sup>-2</sup> )	+	+	+	+	+
Mean air temperature (°C)	+	+	+	-	+
Air temperature range (°C)	+	+	+	-	+

Mean width (mm)	3.9	Altitude (m)	29
Mean depth (cm)	45.8	Distance from source (km)	17.0
Substratum (%)		Slope (m km <sup>-1</sup> )	1.4
Boulders + cobbles	0	Discharge category	3
Pebbles + gravel	9	Mean air temperature (°C)	10.57
Sand	16	Annual air temp. range (°C)	12.39
Silt and clay	74	Latitude (°N)	50.51
Mean substratum (sph)	6.01	Longitude (°W)	4.51
Alkalinity (mg l <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> )	161.7		

Gp 33 = 72.4%, Gp 32 = 17.8%, Gp 25 = 4.3%, Gp 30 = 3.5%.

1	1	<i>Phragmites communis</i> Trin.	73	24	<i>Phragmites</i> sp.
2	2	<i>Phragmites communis</i> Trin.	74	25	<i>Phragmites</i> group
3	3	<i>Phragmites communis</i> Trin.	75	26	<i>Phragmites</i> group
4	4	<i>Phragmites communis</i> Trin.	76	27	<i>Phragmites</i> group
5	5	<i>Phragmites communis</i> Trin.	77	28	<i>Phragmites</i> group
6	6	<i>Phragmites communis</i> Trin.	78	29	<i>Phragmites</i> group
7	7	<i>Phragmites communis</i> Trin.	79	30	<i>Phragmites</i> group
8	8	<i>Phragmites communis</i> Trin.	80	31	<i>Phragmites</i> group
9	9	<i>Phragmites communis</i> Trin.	81	32	<i>Phragmites</i> group
10	10	<i>Phragmites communis</i> Trin.	82	33	<i>Phragmites</i> group
11	11	<i>Phragmites communis</i> Trin.	83	34	<i>Phragmites</i> group
12	12	<i>Phragmites communis</i> Trin.	84	35	<i>Phragmites</i> group
13	13	<i>Phragmites communis</i> Trin.	85	36	<i>Phragmites</i> group
14	14	<i>Phragmites communis</i> Trin.	86	37	<i>Phragmites</i> group
15	15	<i>Phragmites communis</i> Trin.	87	38	<i>Phragmites</i> group
16	16	<i>Phragmites communis</i> Trin.	88	39	<i>Phragmites</i> group
17	17	<i>Phragmites communis</i> Trin.	89	40	<i>Phragmites</i> group
18	18	<i>Phragmites communis</i> Trin.	90	41	<i>Phragmites</i> group
19	19	<i>Phragmites communis</i> Trin.	91	42	<i>Phragmites</i> group
20	20	<i>Phragmites communis</i> Trin.	92	43	<i>Phragmites</i> group
21	21	<i>Phragmites communis</i> Trin.	93	44	<i>Phragmites</i> group
22	22	<i>Phragmites communis</i> Trin.	94	45	<i>Phragmites</i> group
23	23	<i>Phragmites communis</i> Trin.	95	46	<i>Phragmites</i> group
24	24	<i>Phragmites communis</i> Trin.	96	47	<i>Phragmites</i> group
25	25	<i>Phragmites communis</i> Trin.	97	48	<i>Phragmites</i> group
26	26	<i>Phragmites communis</i> Trin.	98	49	<i>Phragmites</i> group
27	27	<i>Phragmites communis</i> Trin.	99	50	<i>Phragmites</i> group
28	28	<i>Phragmites communis</i> Trin.	100	51	<i>Phragmites</i> group
29	29	<i>Phragmites communis</i> Trin.	101	52	<i>Phragmites</i> group
30	30	<i>Phragmites communis</i> Trin.	102	53	<i>Phragmites</i> group
31	31	<i>Phragmites communis</i> Trin.	103	54	<i>Phragmites</i> group
32	32	<i>Phragmites communis</i> Trin.	104	55	<i>Phragmites</i> group
33	33	<i>Phragmites communis</i> Trin.	105	56	<i>Phragmites</i> group
34	34	<i>Phragmites communis</i> Trin.	106	57	<i>Phragmites</i> group
35	35	<i>Phragmites communis</i> Trin.	107	58	<i>Phragmites</i> group
36	36	<i>Phragmites communis</i> Trin.	108	59	<i>Phragmites</i> group
37	37	<i>Phragmites communis</i> Trin.	109	60	<i>Phragmites</i> group
38	38	<i>Phragmites communis</i> Trin.	110	61	<i>Phragmites</i> group
39	39	<i>Phragmites communis</i> Trin.	111	62	<i>Phragmites</i> group
40	40	<i>Phragmites communis</i> Trin.	112	63	<i>Phragmites</i> group
41	41	<i>Phragmites communis</i> Trin.	113	64	<i>Phragmites</i> group
42	42	<i>Phragmites communis</i> Trin.	114	65	<i>Phragmites</i> group
43	43	<i>Phragmites communis</i> Trin.	115	66	<i>Phragmites</i> group
44	44	<i>Phragmites communis</i> Trin.	116	67	<i>Phragmites</i> group
45	45	<i>Phragmites communis</i> Trin.	117	68	<i>Phragmites</i> group
46	46	<i>Phragmites communis</i> Trin.	118	69	<i>Phragmites</i> group
47	47	<i>Phragmites communis</i> Trin.	119	70	<i>Phragmites</i> group
48	48	<i>Phragmites communis</i> Trin.	120	71	<i>Phragmites</i> group
49	49	<i>Phragmites communis</i> Trin.	121	72	<i>Phragmites</i> group
50	50	<i>Phragmites communis</i> Trin.	122	73	<i>Phragmites</i> group
51	51	<i>Phragmites communis</i> Trin.	123	74	<i>Phragmites</i> group
52	52	<i>Phragmites communis</i> Trin.	124	75	<i>Phragmites</i> group
53	53	<i>Phragmites communis</i> Trin.	125	76	<i>Phragmites</i> group
54	54	<i>Phragmites communis</i> Trin.	126	77	<i>Phragmites</i> group
55	55	<i>Phragmites communis</i> Trin.	127	78	<i>Phragmites</i> group
56	56	<i>Phragmites communis</i> Trin.	128	79	<i>Phragmites</i> group
57	57	<i>Phragmites communis</i> Trin.	129	80	<i>Phragmites</i> group
58	58	<i>Phragmites communis</i>			

[illegible]

Mean width (m)	11.3	Altitude (m)	10
Mean depth (cm)	30.3	Distance from source (km)	30.0
Substratum (%)		Slope (m km <sup>-1</sup> )	0.9
Boulders + cobbles	4	Discharge category	4
Pebbles + gravel	66	Mean air temperature (°C)	10.61
Sand	72	Annual air temp. range (°C)	12.32
Silt and clay	8	Latitude (°N)	50.46
Mean substratum (phs)	-1.38	Longitude (°W)	1.49
Alkalinity (mg l <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> )	92.7		

Gp 19 = 57.7%; Gp 39 = 9.4%; Gp 28 = 7.1%; Gp 25 = 6.3%; Gp 32 = 4.7%;  
Gp 26 = 4.4%; Gp 27 = 4.2%

110-04	Chamaeleonidae	78.24	Hydromedusidae
120-04	Elphobranchiidae	78.48	Halipidae
130-04	Eelidae	78.56	Leucostictidae
140-04	Apogonidae	78.72	Lipomyrminidae
150-04	Sphaeroclinidae	73.28	Monacanthidae
160-04	Hydroptilidae	73.28	Nautilidae
170-04	Amphiprionidae	73.28	Leptocottidae
180-04	Eleutherozoa	73.28	Amelidae
190-04	Hydractinidae	73.28	Actinopterygii
200-04	Thaliidae	73.28	Cyprinodontidae
210-04	Apogonellidae	73.28	Gobiidae
220-04	Apogonidae	73.28	Eleutherozoa
230-04	Apogonidae	73.28	Eleutherozoa
240-04	Apogonidae	73.28	Eleutherozoa
250-04	Apogonidae	73.28	Eleutherozoa
260-04	Apogonidae	73.28	Eleutherozoa
270-04	Apogonidae	73.28	Eleutherozoa
280-04	Apogonidae	73.28	Eleutherozoa
290-04	Apogonidae	73.28	Eleutherozoa
300-04	Apogonidae	73.28	Eleutherozoa
310-04	Apogonidae	73.28	Eleutherozoa
320-04	Apogonidae	73.28	Eleutherozoa
330-04	Apogonidae	73.28	Eleutherozoa
340-04	Apogonidae	73.28	Eleutherozoa
350-04	Apogonidae	73.28	Eleutherozoa
360-04	Apogonidae	73.28	Eleutherozoa
370-04	Apogonidae	73.28	Eleutherozoa
380-04	Apogonidae	73.28	Eleutherozoa
390-04	Apogonidae	73.28	Eleutherozoa
400-04	Apogonidae	73.28	Eleutherozoa
410-04	Apogonidae	73.28	Eleutherozoa
420-04	Apogonidae	73.28	Eleutherozoa
430-04	Apogonidae	73.28	Eleutherozoa
440-04	Apogonidae	73.28	Eleutherozoa
450-04	Apogonidae	73.28	Eleutherozoa
460-04	Apogonidae	73.28	Eleutherozoa
470-04	Apogonidae	73.28	Eleutherozoa
480-04	Apogonidae	73.28	Eleutherozoa
490-04	Apogonidae	73.28	Eleutherozoa
500-04	Apogonidae	73.28	Eleutherozoa

	No. Taxa	BMWP Score	ASPT
Observed (O)	24	108	4.50
Expected (E)	35.2	208.9	5.93
Chi	0.65	0.52	0.76

Figure 1 is a BMWP family-level prediction for a stressed site (Ham, Mains River, Dorset, south west England), including one of BMWP indices. See the text for further details.

## RIVPACS: Clases

O/E			
CLASE	TAXA	BMWP	ASPT
A	>0,79	>0,75	>0,89
B	0,58-0,78	0,5-0,74	0,77-0,88
C	0,37-0,57	0,25-0,49	0,66-0,76
D	<0,37	<0,25	<0,66

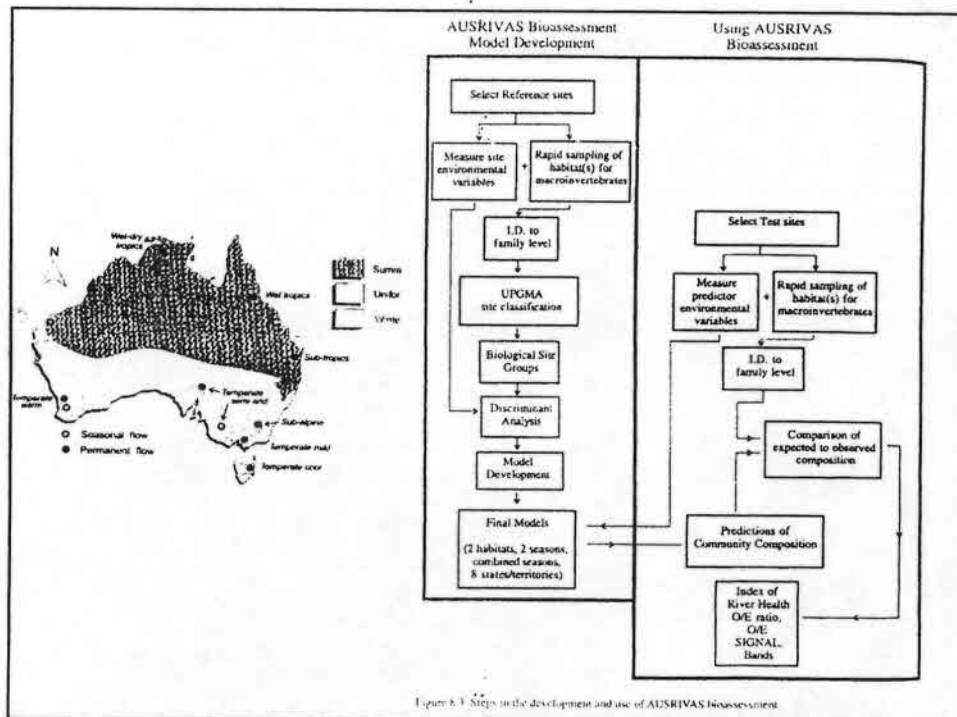
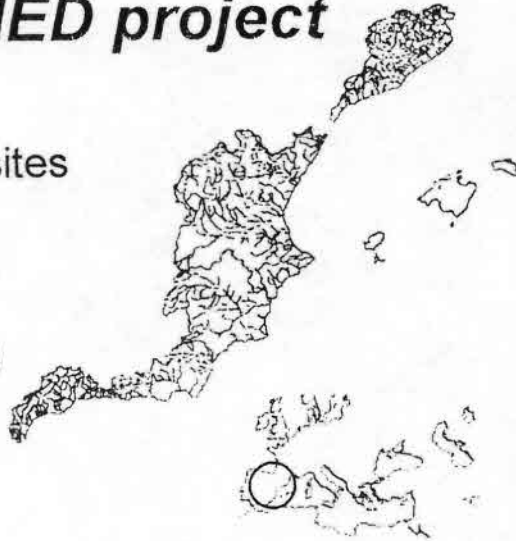


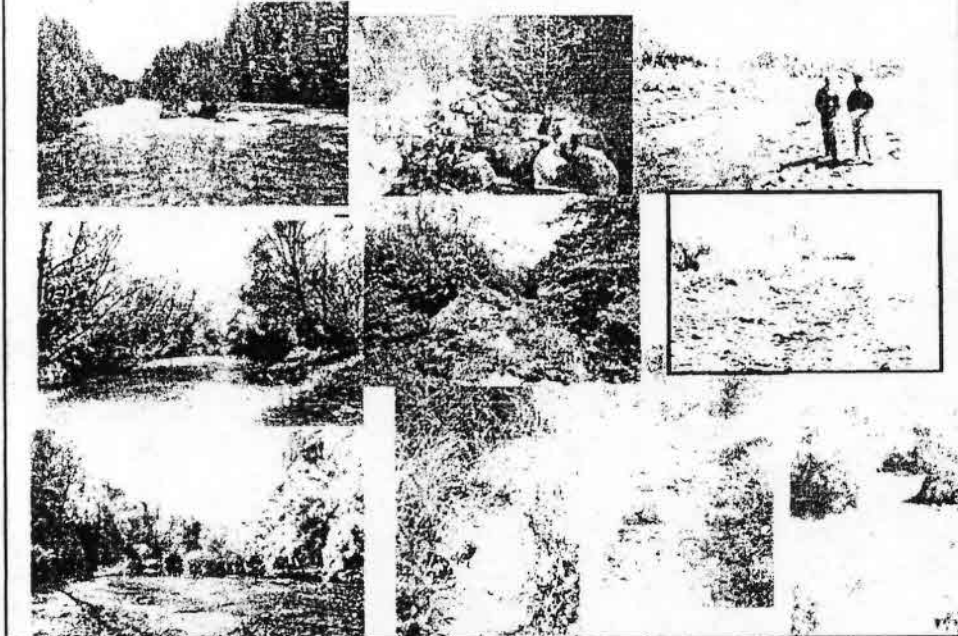
Figure 6.3 Steps in the development and use of AUSRIVAS Bioassessment.

## ***GUADALMED project***

- ▶ 154 sampling sites
- ▶ 12 catchments
- ▶ 7 Sampling periods during 1999 and 2000

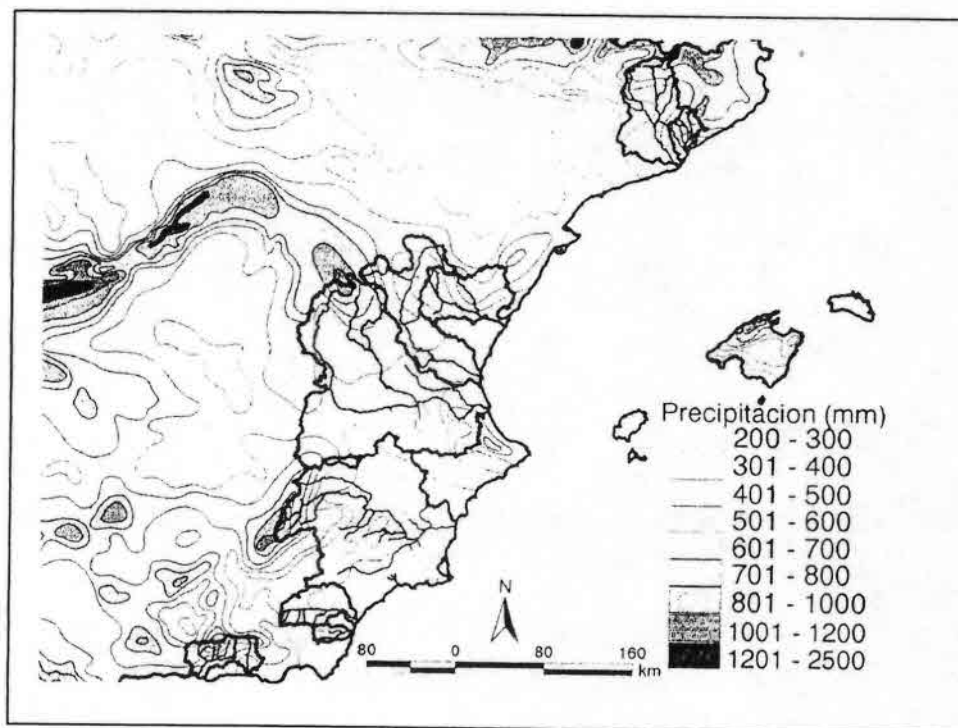


...Guadalmed mediterranean streams...





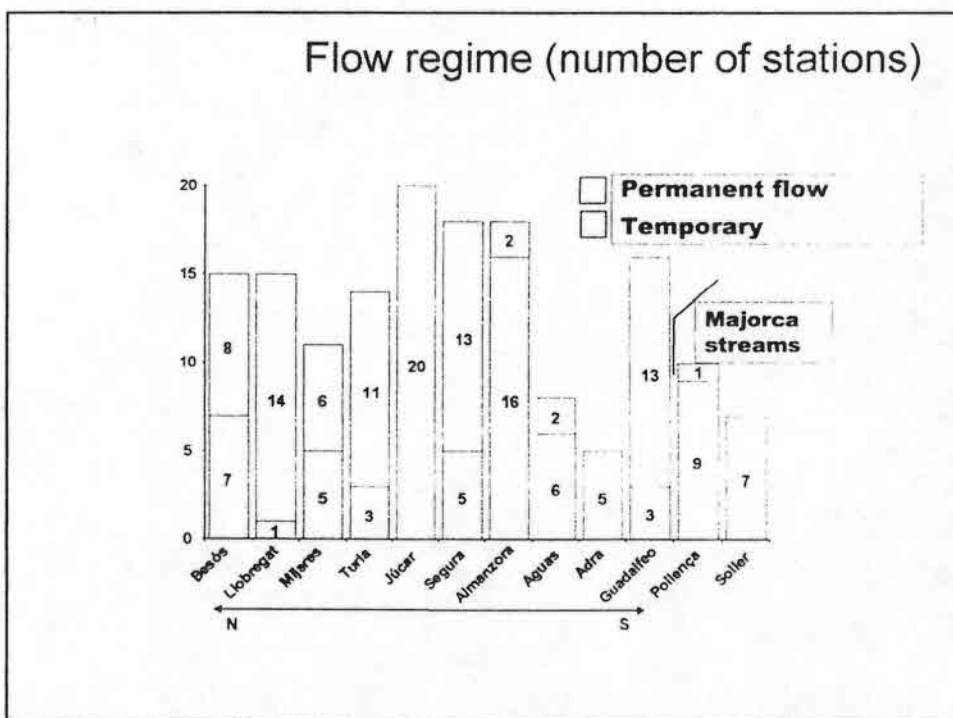
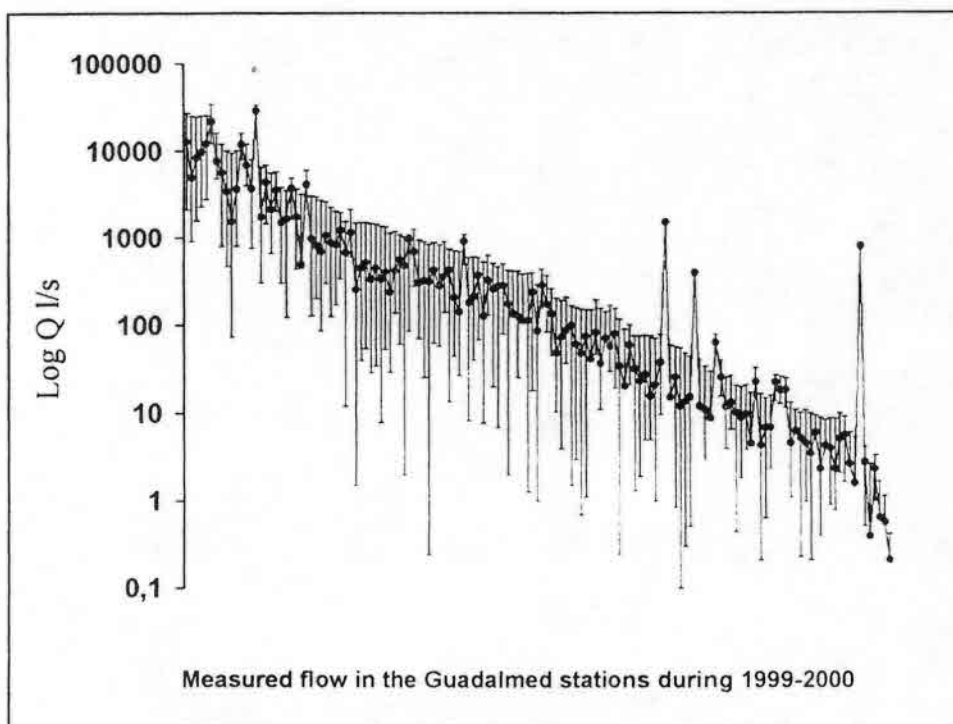




### Geology

Basin	% Siliceous	% Carbonates	% Sedimentary-evaporitic
BESOS	26.3	6.1	67.6
LLOBREGAT	14.2	30.4	55.4
MIJARES	0.9	71.3	27.8
TURIA	1.9	60.9	37.2
JUCAR	1.6	53.6	44.8
SEGURA	9.3	46.8	43.9
ALMANZORA	60.4	11.9	27.7
AGUAS	34.3	8.9	56.9
ADRA	85.	8.1	6.9
GUADALFEO	77.5	15.9	6.6
POLLENÇA	0	80	20
SOLLER	0	82	18
<b>TOTAL</b>	<b>25.96</b>	<b>39.65</b>	<b>34.39</b>

*Guadalmed Bains*



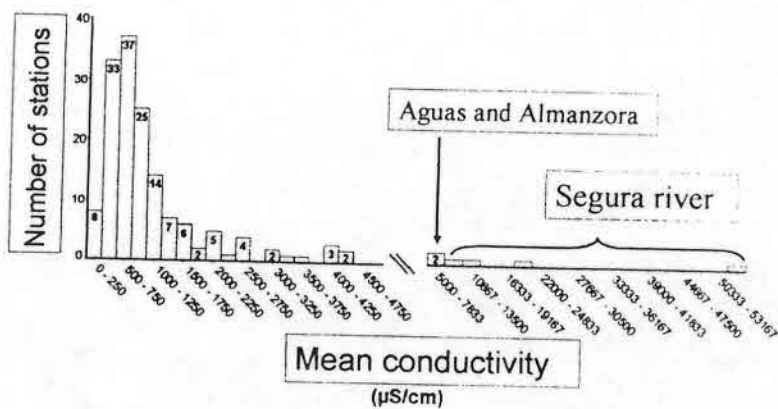
## Physico-chemistry

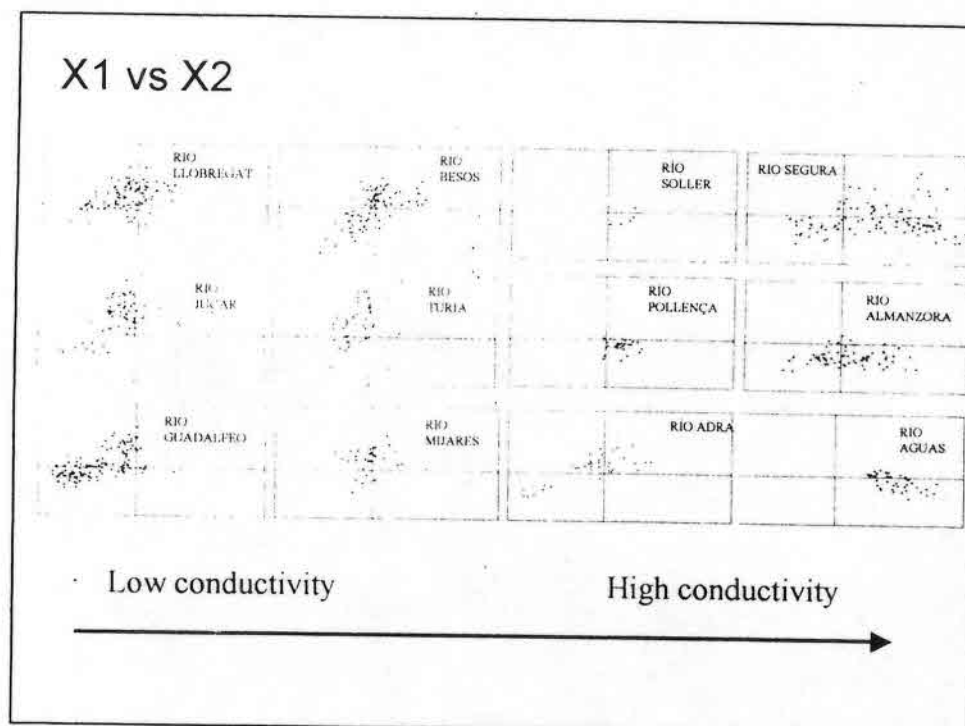
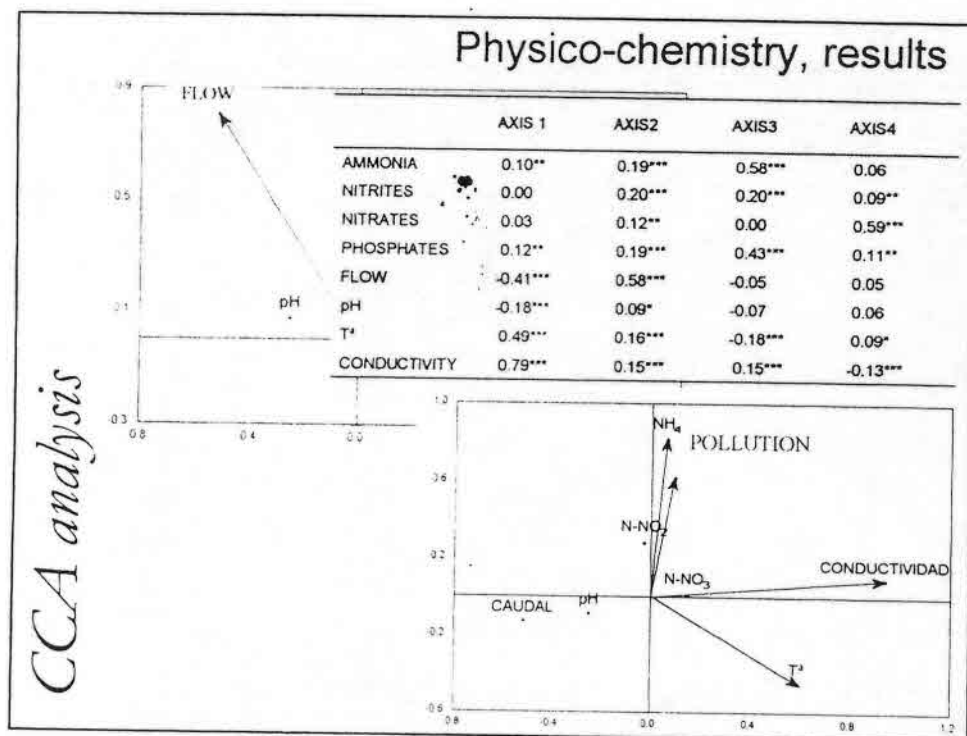
### Measured parameters

pH  
 Conductivity  
 Dissolved Oxygen  
 Temperature  
 Suspended solids  
 Sulphates  
 Chlorides  
 Ammonia  
 Nitrites  
 Phosphates  
 Alkalinity  
 Flow

## Physico-chemistry, results

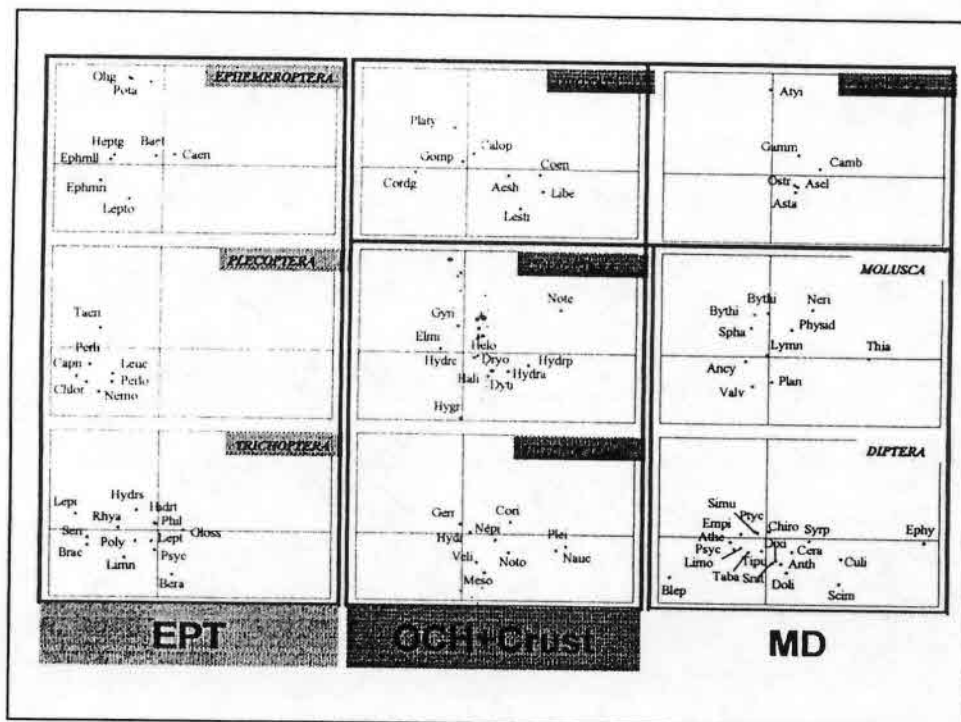
### Conductivity

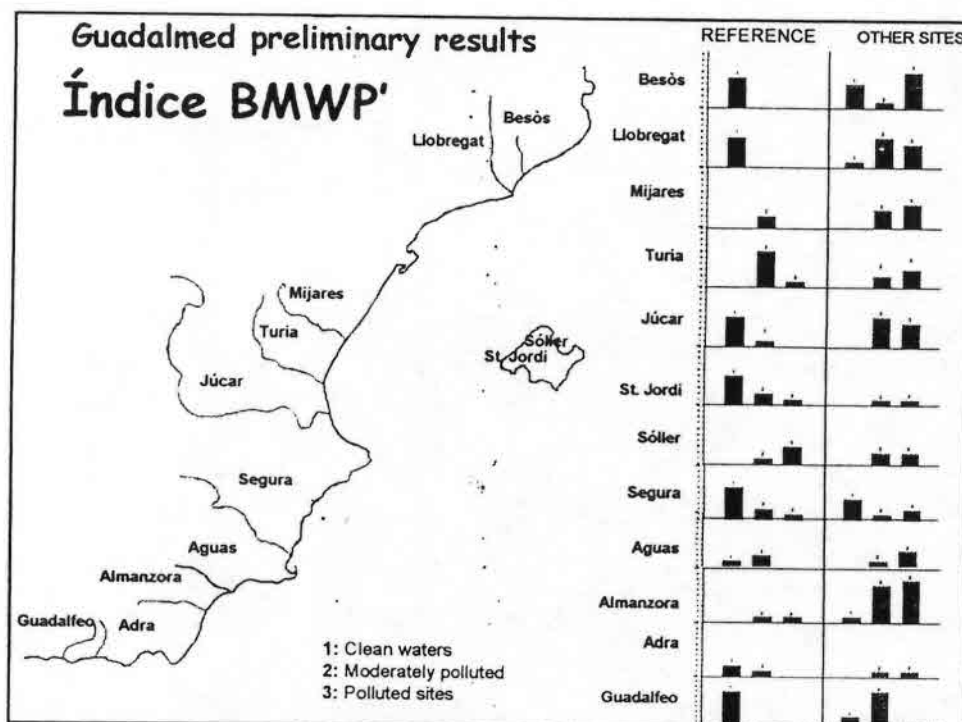
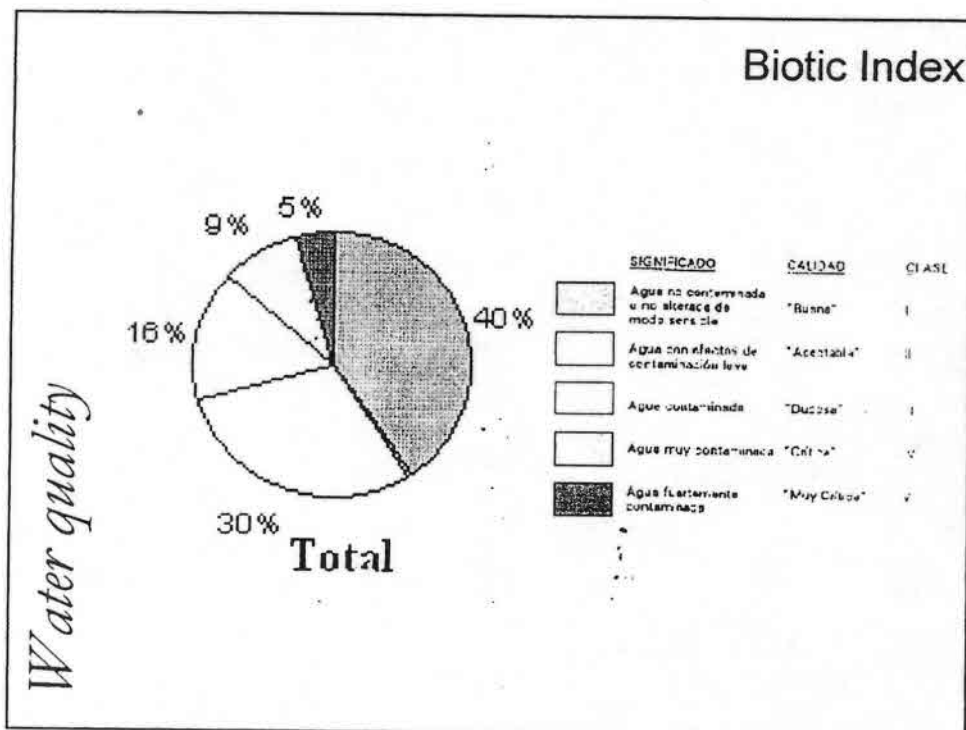




## Macroinvertebrates, Results

- 127 taxa
- 79% insects
- Diptera and Trichoptera more abundant
- Chironomidae, Baetidae and Oligochaeta more frequent
- Mean number of taxa per sampling point=18
- Maximum number of taxa collected in a station=46







## **La necesidad de un nuevo enfoque...**

**Hasta principios de siglo lo importante era la higiene**

**A mediados de siglo la contaminación como sinónimo de degradación de los sistemas naturales**

**En los cincuenta se comienzan a depurar las aguas, eliminar la materia orgánica era el objetivo**

**En los sesenta se descubren los tóxicos**

**En los ochenta la eutrofización es el problema principal**

**En los noventa la contaminación difusa**

**Al final del siglo XX reconocemos que se ha fracasado en la preservación y regeneración de los ecosistemas acuáticos**

## **De este fracaso surge la propuesta de Directiva Marco**

- 1994. Propuesta de Directiva del Consejo relativa a la calidad ecológica de las aguas.
- 1996. Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo: La Política de Aguas de la Comunidad Europea.
- 1997. Propuesta de Directiva del Consejo por la cual se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.
- 1999. Posición Común CE N° 41/1999 de establecimiento de un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.
- 2000. Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo i del Consejo de 23.X.2000 por la cual se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.

## **Objetivos de la Directiva Marco**

---

Prevenir, proteger y mejorar el estado de los ecosistemas acuáticos

Promover un uso sostenible del agua

Reducción o supresión de vertidos

Reducir y evitar contaminación de aguas subterráneas

Disminuir los efectos de inundaciones y sequías

## **¿Qué requiere la DMA?**

---

Objetivos ambientales como clave y la obligatoriedad de restaurar el Buen Estado Ecológico antes del 2016.

Control de los contaminantes específicos y la contaminación difusa, muy especialmente de las aguas subterráneas.

Gestión unificada de la Cuenca (o Distrito Hidrográfico), incluyendo sus aguas marinas.

Recuperación de los costes de los servicios relacionados con el agua.

Programas detallados de medidas y seguimiento.

Transparencia e información pública.

## Una definición clave

**ESTADO ECOLÓGICO:** “Es una expresión de la calidad, la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos asociados a las aguas superficiales”

**DEFINICIÓN BASADA:** “En la condición de los elementos biológicos del sistema”

### Demarcaciones Hidrográficas de Europa

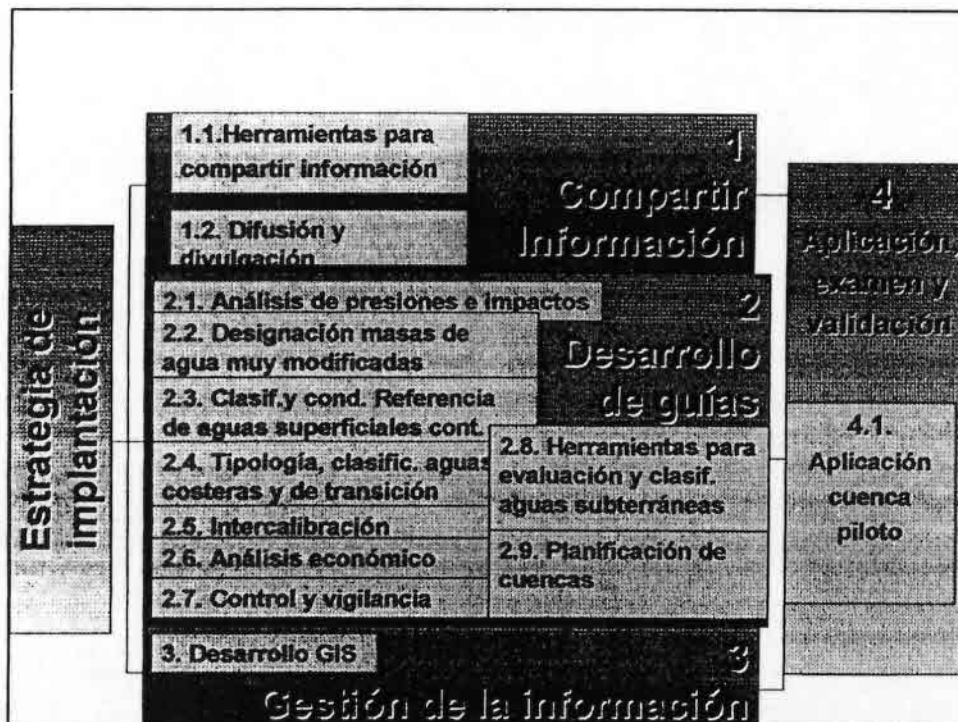
---

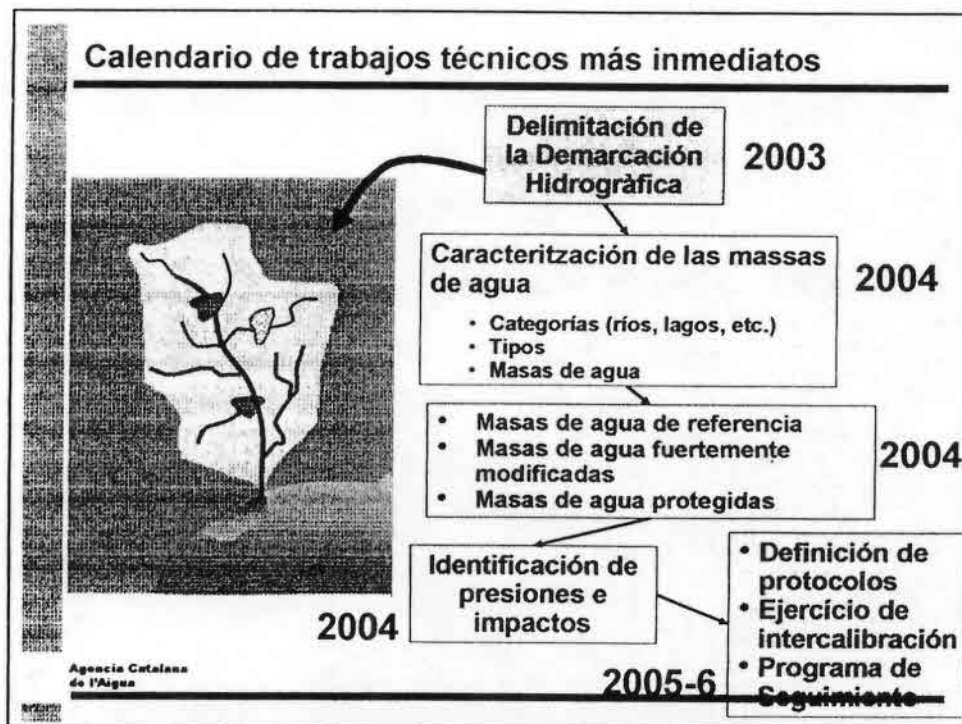
**River  
Basins  
Districts  
in Europe**

# RESUMEN DEL CALENDARIO PARA LA PUESTA EN MARCHA DE LA DIRECTIVA MARCO DEL AGUA



El camino es largo, pero no tanto





## Principales líneas de trabajo

- Delimitación de la Demarcación Hidrográfica
- Caracterización de Masas de Agua
- Análisis de presiones e impactos, y riesgo de incumplimiento de los objetivos de la DMA
- Protocolos de análisis del Estado o Potencial Ecológico

Agència Catalana  
de l'Aigua

## Delimitación de la Demarcación Hidrográfica CIC



Cataluña – 31.896 km<sup>2</sup>

- Cuencas Internas  
16.628 km<sup>2</sup> - 52%
- Cuencas Intracomunitarias  
15.268 km<sup>2</sup> - 48%

Agència Catalana  
de l'Aigua

## Principales líneas de trabajo

- Delimitación de la Demarcación Hidrográfica
- Caracterización de Masas de Agua
- Análisis de presiones e impactos, y riesgo de incumplimiento de los objetivos de la DMA
- Protocolos de análisis del Estado o Potencial Ecológico

Agencia Catalana  
de l'Aigua

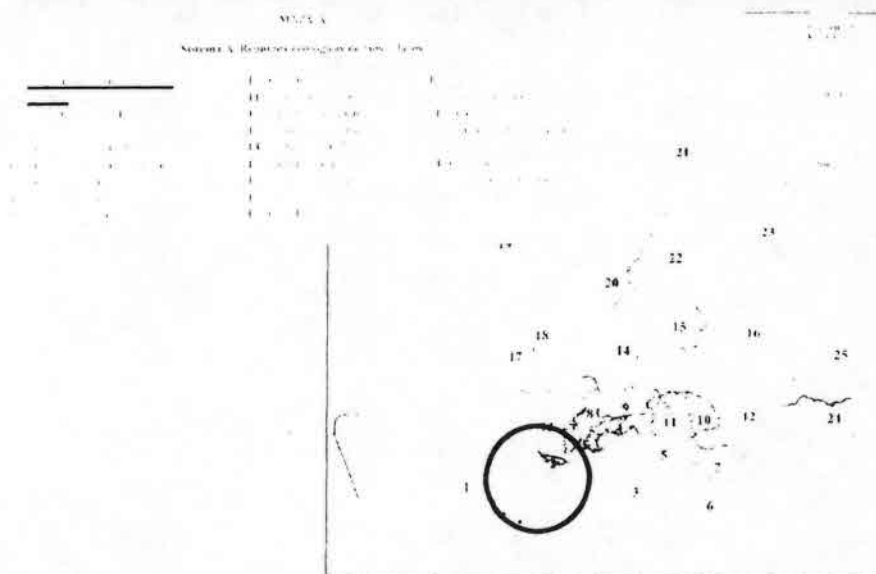
## DMA: Tipología, Sistema A

<i>Ecoregiones</i>	Ríos	Lagos	Aguas de transición		Aguas costeras	
	Mapa A, Anexo 10	Mapa B, anexo 10	(Báltico, Barents, Noruega, norte, Atlántico norte, Mediterráneo)		Salinidad	
<i>Tipos</i>	Altitud		0,5- <5% oligohalino		< 0,5 ‰	
	Elevada >800m		5-18% mesohalino		18-30% polihalino	
	Media 200-800		30-40% euhalino			
	Llanura <200					
	Area de la Cuenca (km <sup>2</sup> )	Profundidad media	Amplitud marea		Profundidad	
	Pequeña: 10-100	< 3m	<2m micromareal		< 30m	
	Mediana: 100-1000	3-15 m	2-4 m mesomareal		20-200 m	
	Grande: 1000-10000	>15 m	>4 m macromareal		> 200 m	
	Muy grande: > 10000	Superficie (km <sup>2</sup> )				
		0,5-1				
		>1-10				
		>10-100				
		>100				
	Geología	Geología				
	Calcareo	Calcareo				
	Silíceo	Silíceo				
	Orgánico	Orgánico				



# Sistema A

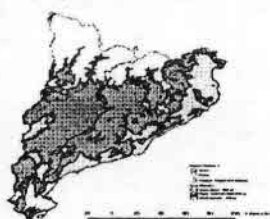
# ANEXO XI



## Tipus de rius: Sistema A

### Criteris de la DMA (Annex II)

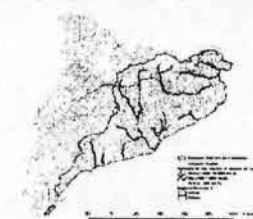
Tipologia en funció de l'altitud



#### Altitud:

Alts > 800 m.  
Mitjans 800 – 200 m.  
Baixos < 200 m.

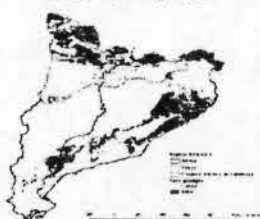
Tipologia segons el tamany i superfície de conca



#### Tamany conca:

Petita 10 – 100 km<sup>2</sup>  
Mitjana 100 – 1.000 km<sup>2</sup>  
Gran 1.000 – 10.000 km<sup>2</sup>  
Molt gran > 10.000 km<sup>2</sup>

Tipologia segons la geologia



#### Geologia:

Calcària  
Silicica  
Orgànica

## Definición de masas de agua (ríos)

### Tipología fluvial de las CIC Sistema A

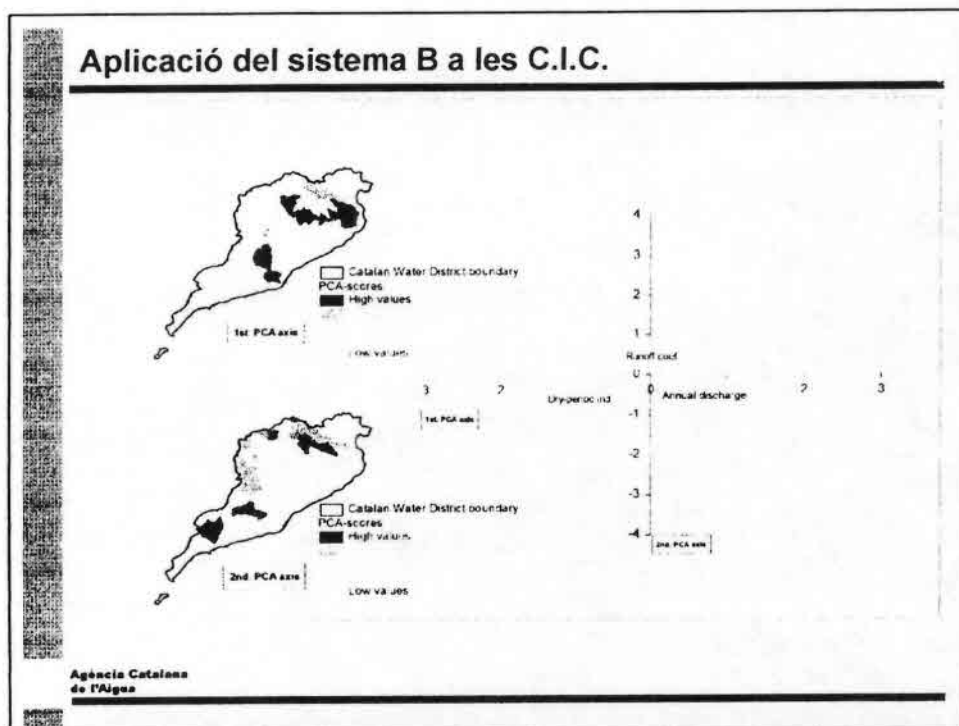
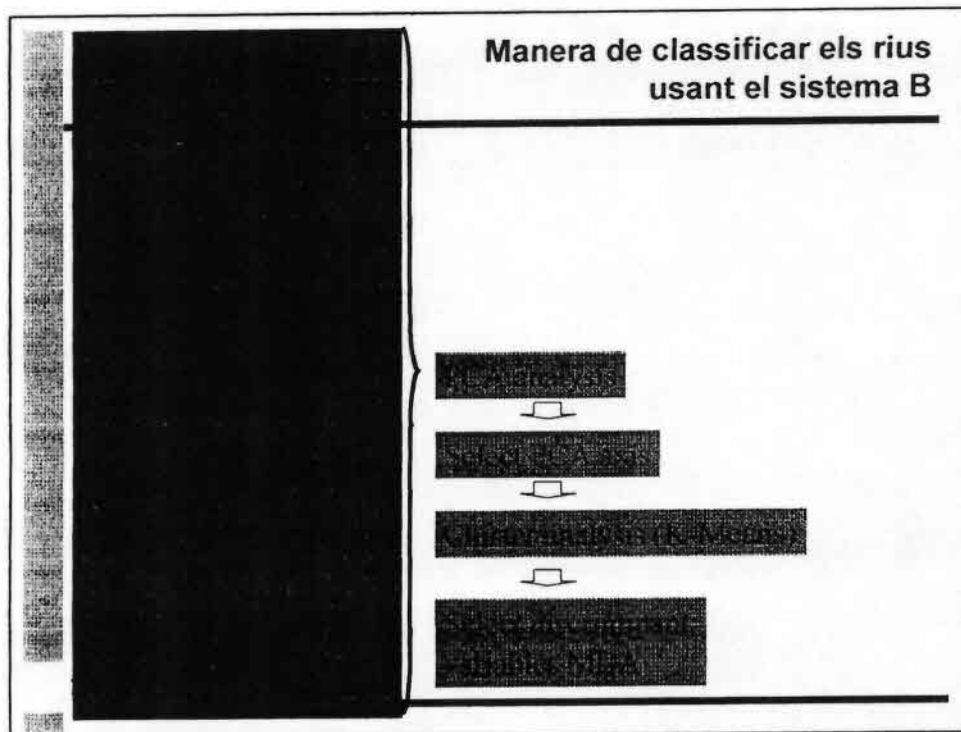
	Según tipo altitudinal	Según tipo de tamaño de cuenca	Según tipo geológico	Total
	2	3	2	12
<i>Región Ibérico-M</i>	3	4	2	24
<i>Total tipos ecológicos (Sistema A)</i>				36

- No es viable buscar los estados de referencia para cada tipo
- Varios tipos pueden poseer el mismo estado de referencia
- Las comunidades biológicas pueden no coincidir con la delimitación de los tipos

Agencia Catalana  
de l'Aigua

## DMA: Tipología, Sistema B

	Ríos	Lagos	Aguas de transición	Aguas costeras
<i>Factores obligatorios</i>	Altitud Latitud Longitud Geología Dimensión	Altitud Latitud Longitud Profundidad Geología Dimensión	Latitud Longitud Amplitud marea Salinidad	Latitud Longitud Amplitud marea Salinidad
<i>Factores facultativos</i>	Distancia origen Energía flujo Anchura media Profundidad media Pendiente Forma del lecho Categoría de flujo Forma del valle Tamp. sólidos Capac. Neutr. ácido Substrato Cloruros Temp. Media Aire Precipitaciones	Altura del agua Forma del lago Tiempo residencia Temp. Media aire Límites temp. aire Tipo mezcla Cap. Neutr. Ácido Nutrientes Substrato Fluctuac. nivel	Profundidad Veloc. Corriente Exposición a las olas Tiempo residencia Temp. media agua Caract. Mezcla Turbidez Substrato Forma Límites temp. agua	Velocidad corriente Exposición a las olas Temp. Media agua Caract. Mezcla Turbidez Tiempo retención Substrato Límites temp. agua



## Selección de variables

	Variables			
	Hydrologic	Geologic	Morfometric	Climatic
PCA 1 scores	X	X	X	X
PCA 2 scores	X	X	X	
PCA 3 scores		X		

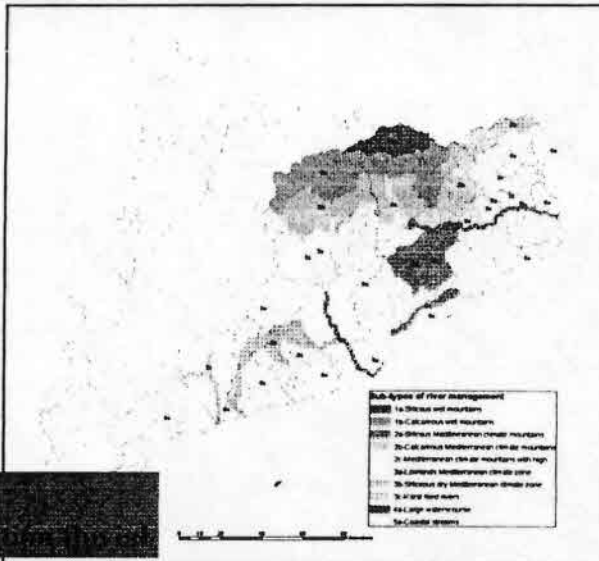
*Se seleccionan 8 nuevas variables que se usan para hacer los tipos*

## Definición de masas de agua (ríos)

### Tipología fluvial de las CIC Sistema B

#### Combinación de variables

- Hidrología
- Climatología
- Geología
- Morfometría



## Estaciones de referencia (para cada ecotipo)

Definir:

- Condiciones hidromorfológicas y fisicoquímicas características: 1.1 Anexo V
- El Buen Estado Ecológico (Condiciones de referencia biológicas): 1.2 Anexo V
- En masas de agua fuertemente modificadas: Potencial ecológico máximo: 1.2.5 Anexo V

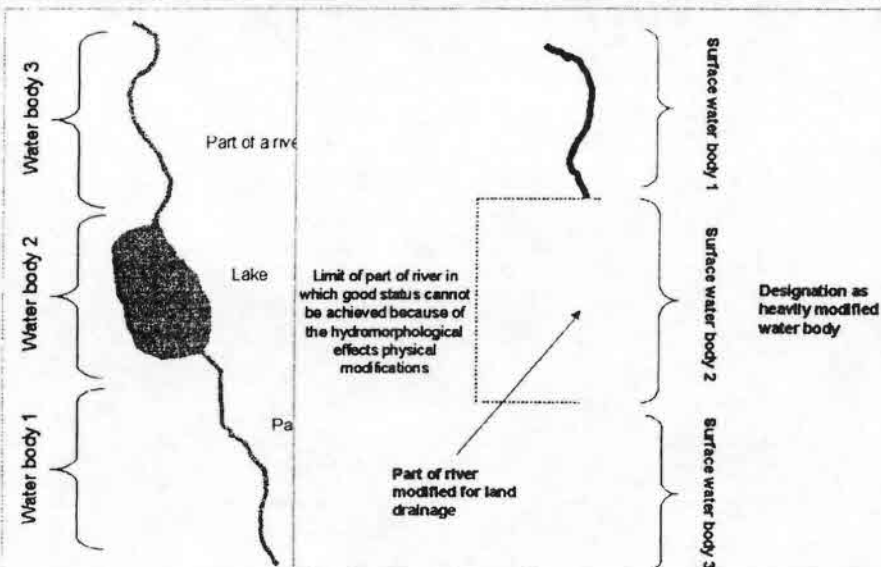
¿Cómo definir estas condiciones?

- 1 – Base espacial (Identificar lugares de referencia para cada tipo)
- 2 – Modelos:
  - 2.1 Predictivos
  - 2.2 “A posteriori”
  - 2.3 Si no es posible ni por 2.1 o 2.2, utilizar Expertos

Condiciones biológicas: Hay que establecer una Red de Referencia para cada tipo con un número suficiente de puntos en cada país.

Atención: Se puede excluir un elemento de calidad en función de su variabilidad natural: los Estados deberán indicarlo.

## Caracterización y tipología de masas de agua



## Caracterización y tipología de masas de agua

### Categorías de masas de agua

- Ríos
- Lagos (humedales)
- Aguas de transición (humedales)
- Aguas costeras
- Aguas fuertemente modificadas
- Aguas artificiales

### Tipos de masas de agua

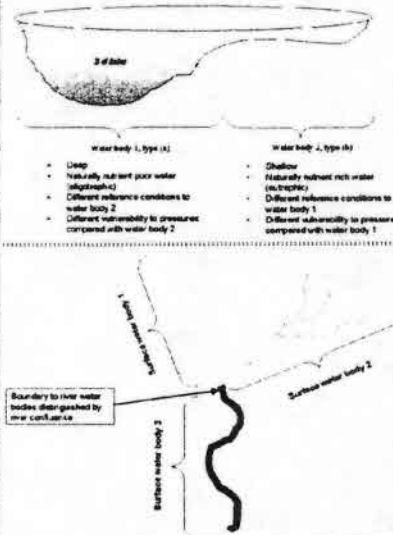
- Sistema A o B

### Delimitación de masas de agua

- Unidad de gestión

Agència Catalana  
de l'Aigua

Sub-division of lakes on the basis of significant differences in characteristics



## Definición de masas de agua (ríos)

### Ámbito

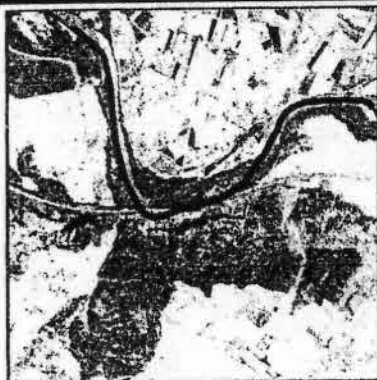
Ríos	> 10 km <sup>2</sup>	> 100 l/s (Júcar, ES) > 120 d/a (Cecina, IT) > 15 m. (Suldal, NO) > 1 km <sup>2</sup> (Odense, DK) > 230 km <sup>2</sup> (Pinios, GR)
------	----------------------	---

### Tipología

Ríos	Sistema A	Criterios preestablecidos
	Sistema B	Análisis de variables

Agència Catalana  
de l'Aigua

## Definición de masas de agua (ríos)



### Primera prospección:

Aprox. 200-300 masas de agua



### Clasificación adicional:

- Suministro aguas potables
- Zona de especial protección
- Masa de agua de referencia
- Masa de agua fuertemente modificada

DH	Area de cuenca	Núm. Masas de agua (ríos)
Cecina (IT)	903 km <sup>2</sup>	8
Odense (DK)	1.160 km <sup>2</sup>	280
Suldal (NO)	1.460 km <sup>2</sup>	288
Tevere (IT)	17.400 km <sup>2</sup>	160

Agència Catalana  
de l'Aigua

## Principales líneas de trabajo

- Delimitación de la Demarcación Hidrográfica
- Caracterización de Masas de Agua
- Análisis de presiones e impactos, y riesgo de incumplimiento de los objetivos de la DMA
- Protocolos de análisis del Estado o Potencial Ecológico

Agència Catalana  
de l'Aigua

## Análisis de presiones e impactos

Art. 5 DMA → Dic. 2004 → Revisión Dic. 2013 + 6 años

Guía IMPRESS (WG 2.1) + Adaptación del Ministerio de Medio Ambiente

Identificación de masas de agua



Evaluación del riesgo

Agència Catalana de l'Aigua

Afecciones que pueden afectar la calidad de los sistemas hídricos:

- Fuentes puntuales
- Fuentes difusas (usos del suelo)
- Extracciones de agua
- Regulación de caudales
- Alteraciones hidromorfológicas

• Impacto comprobado (según legislación vigente)

• Impacto probable (según protocolos DMA)



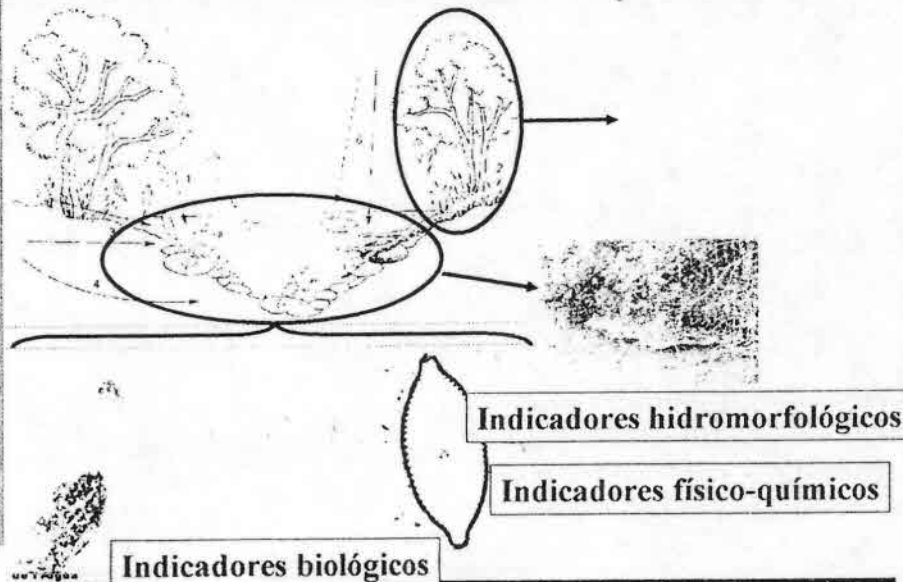
## Principales líneas de trabajo

- Delimitación de la Demarcación Hidrográfica
- Caracterización de Masas de Agua
- Análisis de presiones e impactos, y riesgo de incumplimiento de los objetivos de la DMA
- Protocolos de análisis del Estado o Potencial Ecológico

Agència Catalana de l'Aigua



## Análisis del Estado Ecológico (Anejo V de la DMA)



## Análisis del Estado Ecológico

	Ríos	Lagos	Aguas transición	Aguas costeras	Masas de agua fuertemente modificadas
<b>Parámetros biológicos</b>	Flora Invertebrados bentónicos Fitofauna	Fitoplancton Otra flora Bentos Fitofauna	Fitoplancton Otra flora Bentos Fitofauna	Fitoplancton Otra flora Bentos	Las relevantes según categoría
<b>Parámetros hidromorfológicos</b>	Regimen hidrológico 1 Cantidad y dinámica flujos 2 Evolución aguas subterráneas Continuidad del río Condic. Morfológicas 1 Profundidad y anchura 2 Substrato 3 Estructura ribera	Regimen hidrológico 1 Cantidad y dinámica flujos 2 Tiempo de residencia 3 Conexión aguas subterráneas Condic. Morfológicas 1 Varías Profundidad 2 Substrato 3 Estructura ribera	Condic. Morfológicas 1 Varías Profundidad 2 Substrato-lecho 3 Estructura zona intermareal Regimen mareas 1 Flujo agua dulce 2 Exposición a las olas	Condic. Morfológicas 1 Varías Profundidad 2 Substrato-lecho 3 Estructura zona intermareal Regimen mareas 1 Dirección corrientes dominantes 2 Exposición a las olas	
<b>Parámetros físico-químicos Generales</b>	Temperatura Oxígeno disuelto Sales Acidificación Nutrientes	Transparencia Temperatura Oxígeno disuelto Sales Acidificación Nutrientes	Transparencia Temperatura Oxígeno disuelto Salinidad Nutrientes	Transparencia Temperatura Oxígeno disuelto Salinidad Nutrientes	
<b>Parámetros físico-químicos Específicos</b>	Sustancias prioritarias Otras sustancias vertidas en cantidades significativas	Sustancias prioritarias Otras sustancias vertidas en cantidades significativas	Sustancias prioritarias Otras sustancias vertidas en cantidades significativas	Sustancias prioritarias Otras sustancias vertidas en cantidades significativas	

Elementos de análisis

Parámetros de análisis  
• Diferentes métricas

## Análisis del Estado Ecológico

Combinación de  
elementos y  
parámetros  
Índices biológicos

Guia ECOSTAT

Agència Catalana  
de l'Aigua

## Clasificación del Estado Ecológico

$$\frac{\text{Valor observado}}{\text{Valor de referencia}}$$



Desviación

1

Estado

*Mínima*

Muy Bueno

*Ligera*

Bueno

*Moderada*

Mediocre

Deficiente

Malo

Guia REFCOND

Agència Catalana  
de l'Aigua

## Análisis del Estado Ecológico (en ríos)

### Indicadores biológicos

#### Elementos:

- Flora acuática
- Fauna bentónica
- Fauna ictiológica

### Indicadores Hidromorfológicos

#### Elementos:

- Régimen hidrológico
- Continuidad del río
- Condiciones morfológicas

### Indicadores Físico-Químicos

#### Elementos:

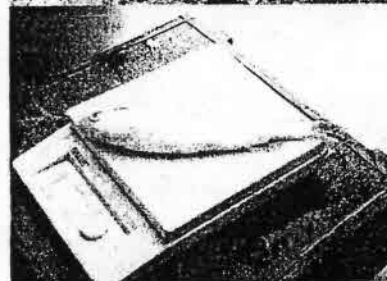
- Generales
- Contaminantes específicos

- Índice IPS (diatomeas)
- Índice IBMWP
- Índice IBICAT (métricas)

- Cumplimiento caudales ambientales
- Índice de criticidad pasos
- Índice morfométrico (métricas):
  - Índice QBR
  - Índice IHF

Cumplimiento de umbrales de calidad

## Análisis del Estado Ecológico (ictiofauna)



Agència Catalana de l'Aigua

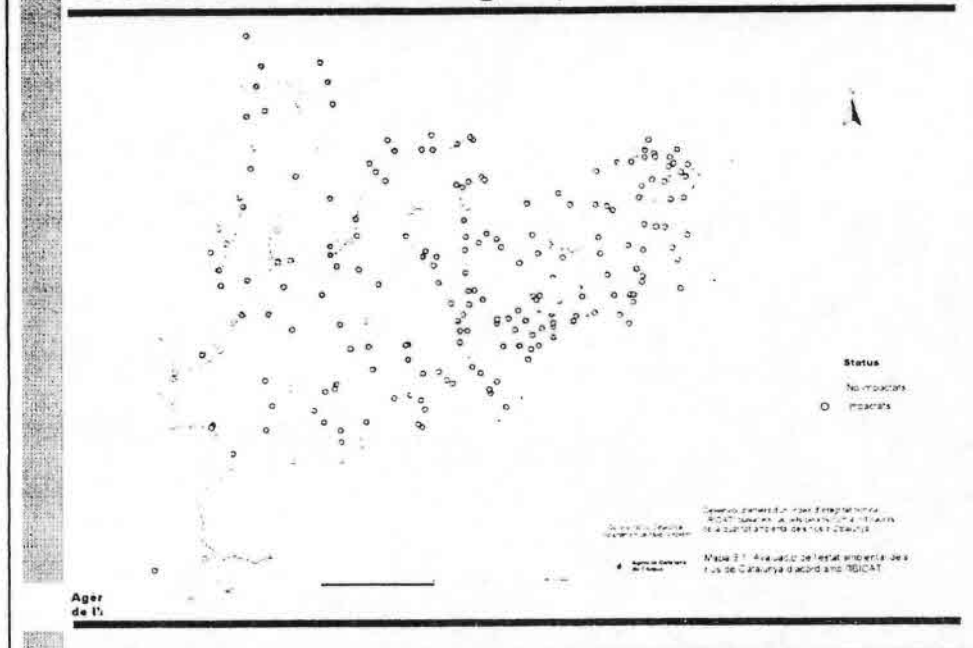
### Se han clasificado las especies:

- 8 tipos biológicos tróficos
- 11 tipos reproductivos
- 3 tipos migratorios
- 5 tipos de predilección de hábitat
- 3 tipos de tolerancia ambiental
- 3 tipos de ciclos biológicos

### Métricas:

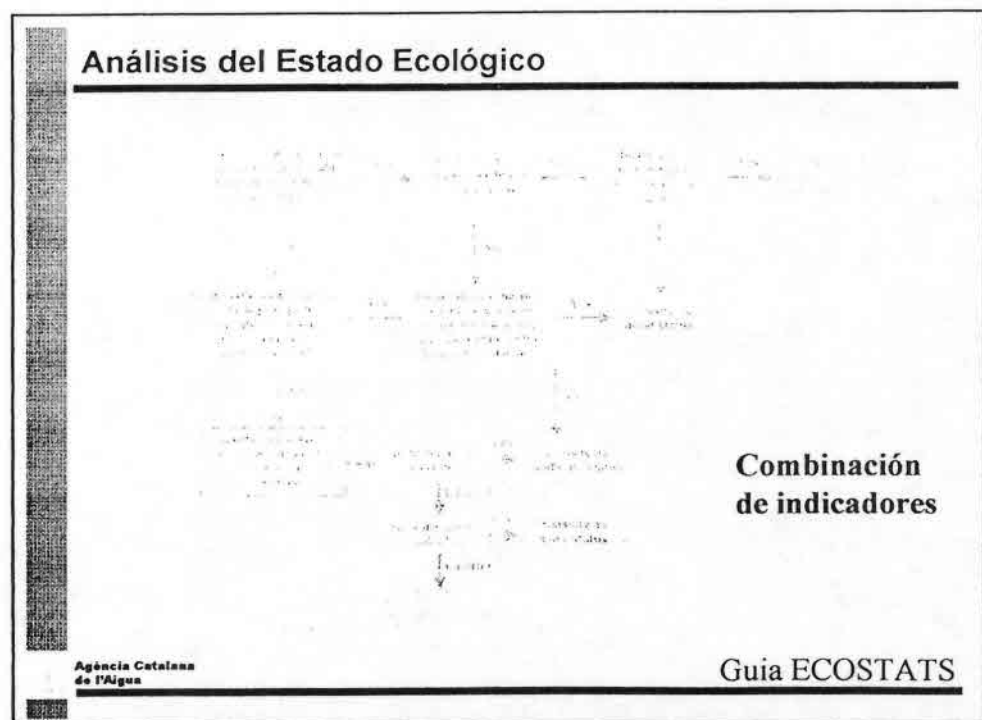
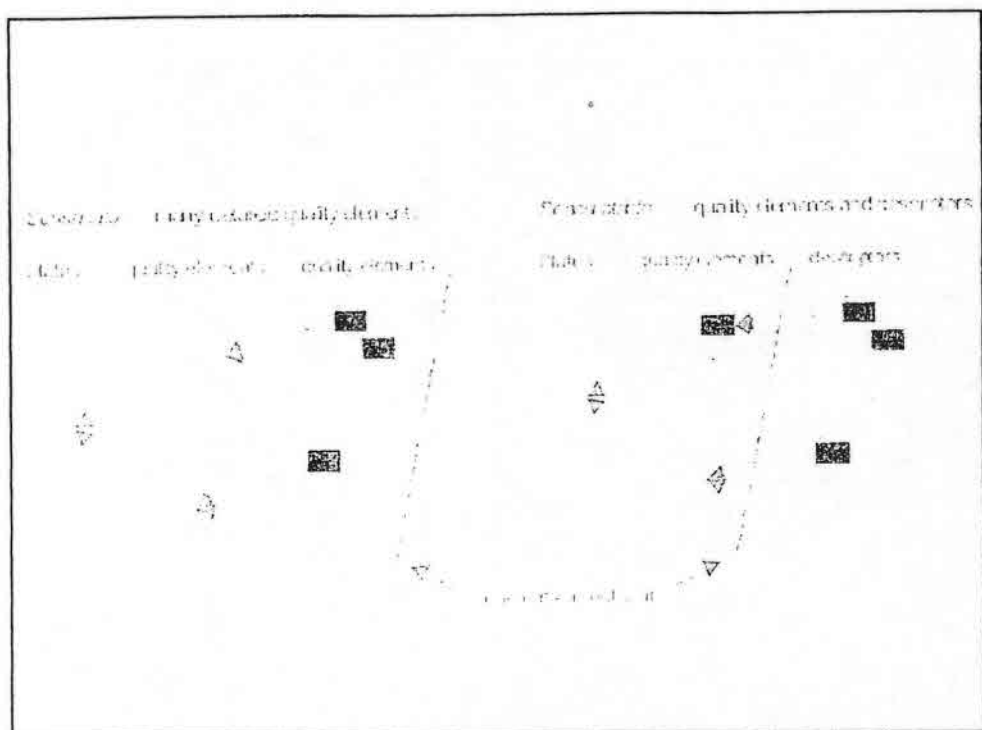
- Núm. sp. autóctonas/alóctonas/totales
- % sp. autóctonas/alóctonas
- Densidades
- Biomاسas
- Ratios
- Individuos con parásitos

## Análisis del Estado Ecológico (índice IBICAT)



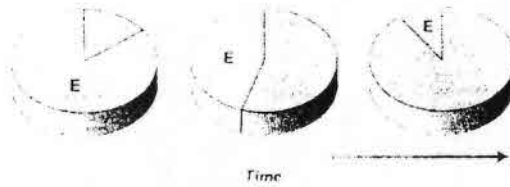
method name	element	country	working hours per sample/section	costs per sample/section
PERLA	BI	Czech Republic	32 hours	240 €
ended Biotic Index - IBE modified according to GHETI	BI	Italy	4 hours	300 €
ECOSTRIMED	BI	Spain	3 hours	300 €
Standardised Global Biological Index - IBGN	BI	France	---	450 €
AQEM Germany	BI	Germany	15 hours	500 €
Oligochaeta Index for Sediment Bioremediation - IOBS	BI	France	2 days	550 €
Saprobological Analysis	BI	Slovenia	20 hours	600 €
Methods for Investigation and Assessment of running waters in Switzerland (modular stepwise procedure) Benthos biology	BI	Switzerland	---	2000 €
Ecological Monitoring of Watercourses in Iceland	BI	Iceland	20 hours	2400 €
Trophic state indication and geochemical evaluation of running waters	PB	Austria	5-7 hours	400 €
IOSWA - Ecological Assessment of Running Waters	BI	Netherlands	32 hours	2400 €
VPACS - family level assessments	BI	UK	4-8 hours	350 €
VPACS - species level assessment	BI	UK	ca 24 hours	1400 €
Assessment of saprobity based on species composition of microphytobenthos	PB	Czech Republic	---	130 €
Biological Diatom Index	PB	France	---	250 €
Ecological Diatom Index and Specific Pollution sensitivity Index	PB	Luxembourg	---	300 €
Ecological Integrity Assessment ONORM 6232	BIPB	Austria	18-32 hours	---
Saprobology Guidelines - Austrian Rapid Field Assessment MI	BIPB	Austria	2-3 hours	700 €
Saprobology Guidelines Modul 2, 3A, 3B, 3C	BIPB	Austria	---	---
Methods for Investigation and Assessment of running waters in Switzerland (Modular Stepwise Procedure) Diatoms	PB	Switzerland	2-3 hours	300 €

Coste  
económico



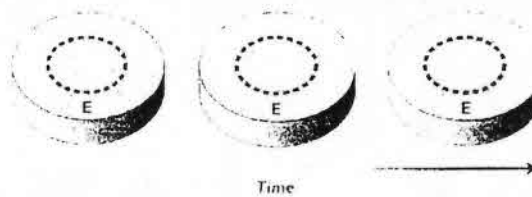
# El paradigma de la sostenibilidad de los ecosistemas

Postel, S. & Richter, B.  
Rivers for life.  
Island Press 2003



**El agua como recurso**

**El agua como soporte de los ecosistemas**



**Conservar**

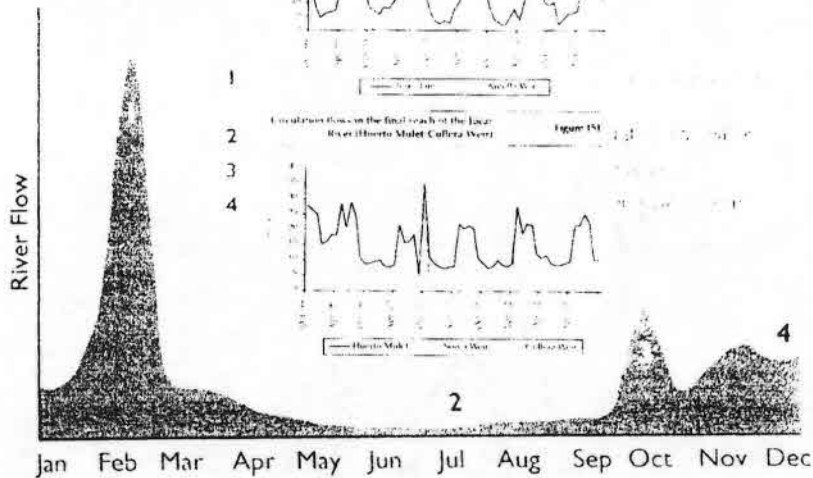


Figure 150  
Circulation flows in the final reach of the Tigris River (Tigris, Votilla, Werra)

Figure 151  
Circulation flows in the final reach of the Tigris River (Tigris, Votilla, Werra)

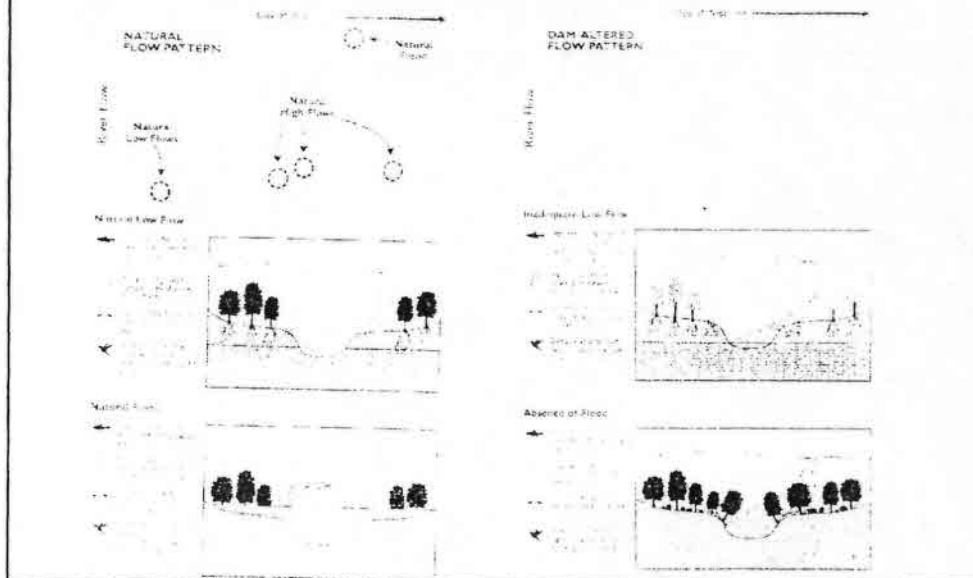
Figure 152  
Circulation flows in the final reach of the Tigris River (Tigris, Votilla, Werra)

Figure 153  
Circulation flows in the final reach of the Tigris River (Tigris, Votilla, Werra)

Natural

Modified to accommodate human use

# Les diferencias son obvias



# SALIDA A TERRENO

*función*

Sábado, 29 de enero de 2005

---

## Aspectos morfológicos y físico-químicos

Cada alumno de forma individual aplicará los índices QBR (índice de calidad del bosque de ribera) y el IHF (índice de hábitat fluvial) descritos en el protocolo GUADALMED.

Se tomarán varias medidas físico-químicas *in situ*, así como el caudal.

## Toma de muestras biológicas

Los alumnos, divididos en 4 grupos, aplicarán varias metodologías de muestreo.

### *Grupo 1: Metodología GUADALMED*

Las muestras se tomarán utilizando el protocolo GUADALMED. Cada macrohábitat presente en el tramo de estudio se muestreará con una red tipo kicking. Las muestras se visualizarán en el campo y se irán anotando los distintos taxones. El muestreo se repetirá tantas veces como sea necesario hasta que no aparezcan taxones nuevos. Aquellos taxones visualizados en el campo pero no capturados en la red, también serán contabilizados. Los organismos recolectados en la primera redada más los taxones nuevos aparecidos en los demás muestreos se guardarán y serán separados e identificados en el laboratorio.

### *Grupo 2: Surbers multihábitat*

En cada macrohábitat presente en el tramo de estudio los alumnos tomarán un Surber. Toda las muestras se guardarán en un único bote y se separarán e identificarán en el laboratorio.

### *Grupo 3: Surbers reófilos*

Se tomarán 5 Surbers en diferentes zonas reófilas del tramo de estudio. Toda las muestras se guardarán en un único bote y se separarán e identificarán en el laboratorio.

### *Grupo 4: 3-minutos kicking*

Se tomará una muestra kicking en los distintos macrohábitats del tramo de estudio durante 3 minutos. El material recolectado en la red se guardará y será separado e identificado en el laboratorio.



## Separación de muestras e identificación de macroinvertebrados

Cada grupo pondrá el material recolectado en una batea blanca de manera que quede homogenizado. Se tomarán pequeñas muestras de la batea que serán analizadas debajo de la lupa. Se separarán los primeros 200 individuos. A continuación se analizará la batea en busca de nuevos taxones no recolectados en los 200 individuos, tomándose solamente un individuo de cada taxón nuevo.

Se identifican los 200 individuos más los taxones nuevos anotándose su abundancia relativa (%).

## Preparación de los datos para los análisis estadísticos

Cada grupo calculará diferentes índices biológicos. Asimismo, se construirá una matriz biológica y físico-química con los datos de cada grupo. Se plantearán distintas cuestiones que se intentarán resolver mediante el uso de varias herramientas estadísticas.

### ESPECIES DE RIBERA EN PEU-PEU

#### Árboles

*Cryptocarpa alba* (Peumo)  
*Rhaphithammus spinosus* (Repu) (arbusto?)  
*Drimys winteri* (Canelo)  
*Tepualia stipularis* (Tepú) (arbusto?)  
*Maytenus boaria* (Maitén)

#### Arbustos

*Lhusquea quila*  
*Pseudopanax laeterivens* (Traumén)

#### Introducidas

*Rubus ulmifolia* (zarzamora)  
*Acacia australiana*  
Eucalipto  
Salix

#### Otras especies

*Nothofagus dombeyi* (Coigüe)  
*Nothofagus obliqua* (Roble pellin)  
*Myrcia cordifolia* (Ulmo)  
*Extoxicon punctatum* (Teque)  
*Comatelia dentata* (Piñol)  
*Myrica microphylla* (Chinchún)  
*Myrica philippiana* (Tepa)

## **FE DE ERRATAS en Limnetica 21(3-4): 187-204 (2002)**

Página 201 (Anexo): la familia de los Polycentropodidae debería tener una puntuación de IBMWP de 7 y no de 10.

## **ERRATA in Limnetica 21(3-4): 187-204 (2002)**

Page 201 (Anexo): Polycentrodopodidae family should be 7 of IBMWP score not 10.

## Protocolo GUADALMED (PRECE).

Pablo Jáimez-Cuellar<sup>1\*</sup>, Soledad Vivas<sup>6</sup>, Núria Bonada<sup>4</sup>, Santiago Robles<sup>3</sup>, Andrés Mellado<sup>5</sup>, Maruxa Álvarez<sup>2</sup>, Juan Avilés<sup>3</sup>, Jesús Casas<sup>6</sup>, Manuel Ortega<sup>6</sup>, Isabel Pardo<sup>2</sup>, Narcís Prat<sup>4</sup>, Maria Rieradevall<sup>4</sup>, Carmen Elisa Sáinz-Cantero<sup>1</sup>, Antonino Sánchez-Ortega<sup>1</sup>, M<sup>a</sup> Luisa Suárez<sup>5</sup>, Manuel Toro<sup>3</sup>, M<sup>a</sup> Rosario Vidal-Abarca<sup>3</sup>, Carmen Zamora-Muñoz<sup>1</sup> y Javier Alba-Tercedor<sup>1#</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Biología Animal y Ecología. Universidad de Granada. Campus Universitario de Fuentenueva. 18071 Granada.

<sup>2</sup>Área de Ecología. Universidad de Vigo. Campus Lagoas-Marcosende. 36200 Vigo.

<sup>3</sup>CEDEX. División de Ecología de los Sistemas Acuáticos Continentales. Paseo Bajo Virgen del Puerto, 3. 28005 Madrid.

<sup>4</sup>Departament d'Ecologia. Universitat de Barcelona. Diagonal, 645. 08028 Barcelona.

<sup>5</sup>Departamento de Ecología e Hidrología. Universidad de Murcia. Campus de Espinardo. 30100 Murcia.

<sup>6</sup>Departamento de Biología Vegetal y Ecología. Universidad de Almería. Cañada de San Urbano, s/n. 04120 Almería.

### RESUMEN

En el seno del proyecto GUADALMED se ha desarrollado un Protocolo Rápido de Evaluación de la Calidad Ecológica (PRECE) válido para aplicar a los ríos Mediterráneos. En él se proporciona la metodología necesaria para evaluar la calidad de la vegetación de ribera mediante el índice QBR, la calidad biológica del agua mediante el índice IBMWP (nueva versión modificada del BMWP<sup>†</sup>), y la heterogeneidad del hábitat fluvial mediante el índice IHF. Además se estandariza la medida del caudal y la toma de muestras para los análisis de físico-química de las aguas.

Palabras clave: Calidad Ecológica, Protocolo, PRECE, QBR, IBMWP, IHF, Ríos mediterráneos, Directiva Marco del Agua

### ABSTRACT

*A rapid protocol for Evaluation of the Ecological Status of Mediterranean rivers (RBP) has been designed within the GUADALMED project. This protocol provides the necessary methodology to determine the value of three indices: the QBR index (to evaluate riparian quality), the IBMWP index (former BMWP<sup>†</sup> for the assessment of biological quality of water), and the IHF index (physical habitat). The protocol also includes methods for measuring river discharge and physicochemical variables of water.*

*Keywords: Ecological Status, protocol, RBP, QBR, IBMWP, IHF, Mediterranean rivers, Water Frame Directive*

### INTRODUCCIÓN

La Directiva Marco del Agua (DMA) (D.O.C.E., 2000) prevé que los países miembros determinen el *estado ecológico* de sus aguas continentales basándose en criterios biológicos. La escala de calidades biológicas medidas deberá ser objeto de una intercalibración entre los sistemas emple-

ados por los Estados miembros que, por lo que concierne a los ríos mediterráneos, es uno de los objetivos fundamentales del proyecto GUADALMED. El objetivo del proyecto GUADALMED es realizar un estudio en detalle de varios ríos mediterráneos españoles, que por las características intrínsecas de estos ríos (sequías, avenidas) pueden presentar dificultades en la determina-

\* Dirección actual: Hydraena S.L.L., Nenúfares, 8, 18170 Jun (Granada)

# Persona de contacto

ción de su estado ecológico, lo cual significa problemas metodológicos que resolver antes de la aplicación de la DMA. El objetivo final es la definición de un índice integrado para clasificar los ríos de acuerdo con su Estado Ecológico aplicable a todos los ríos Mediterráneos.

El Protocolo Rápido de Evaluación de la Calidad Ecológica (PRECE) desarrollado dentro del proyecto GUADALMED incluye una síntesis de metodologías usadas para la aplicación de diversos índices de calidad. La ventaja de seguir un protocolo establecido en la aplicación de las diferentes metodologías es que los datos analíticos obtenidos puedan ser comparables entre diferentes grupos de trabajo. Estos aspectos son muy importantes en proyectos como el que se ha llevado a cabo, donde participan numerosos grupos de trabajo diferentes. Algunos índices utilizados ya existían antes de empezar este estudio, como son el índice BMWP' de calidad biológica del río (Alba-Tercedor & Sánchez-Ortega, 1988; Alba-Tercedor, 1996; Alba-Tercedor & Pujante, 2000), que ha sido modificado hasta convertirse en el nuevo IBMWP (Alba-Tercedor *et al.*, en este volumen) y el índice QBR, de evaluación del estado del bosque de ribera (Munné *et al.*, 1998; Suárez-Alonso & Vidal-Abarca, 2000; Munné *et al.*, 2003).

Mientras que el IHF, de caracterización del hábitat fluvial (Pardo *et al.* ver este volumen) se ha desarrollado expresamente para este proyecto.

Para realizar este protocolo hemos usado las pautas seguidas en los protocolos de la Agencia Americana de Protección Ambiental (Plafkin *et al.*, 1989; Barbour *et al.*, 1999), en los que se inspiró el protocolo ECOSTRIMED desarrollado por miembros del proyecto GUADALMED (Prat *et al.*, 2000). En todo momento se ha tenido en cuenta el hecho de que los distintos métodos fueran fáciles de utilizar, baratos y de amplia aplicabilidad sin perder su eficacia (Resh & Jackson, 1993; Resh *et al.*, 1995), de modo que sirvieran de base para el estudio del estado ecológico de los ríos mediterráneos permitiendo la aplicación de la DMA en estos ecosistemas. Así pues se trata de un RBP (Rapid Bioassessment Protocol) (Wright *et al.*, 1984; Davies, 1994; Barbour *et al.*, 1999) al que llamaremos PRECE (Protocolos Rápidos de Evaluación de la Calidad Ecológica).

Las recomendaciones dentro del capítulo de la toma de muestras para las medidas de físico-química son una recopilación de los protocolos propuestos en las normas UNE (AENOR, 1997) (Tabla 1), tanto en sus procedimientos

**Tabla 1.** Versiones oficiales adoptadas por España de las Normas Europeas UNE utilizadas para la redacción de los procedimientos citados. Se incluye la Norma Internacional ISO correspondiente. *Official versions of the European Guidelines UNE adopted by Spain and used in the procedures cited. The associated international guideline ISO is also included.*

Norma UNE española	Título	Norma europea	Norma internacional ISO
UNE-EN 25667-1: 1995	Calidad del agua. Muestreo. Parte 1: Guía para el diseño de los programas de muestreo.	EN 25667-1: 1993	ISO 5667-1:1980
UNE-EN 25667-2: 1995	Calidad del agua. Muestreo. Parte 2: Guía para las técnicas de muestreo.	EN 25667-2: 1993	ISO 5667-2:1991
UNE-EN ISO 25667-3: 1996	Calidad del agua. Muestreo. Parte 3: Guía para la conservación y manipulación de las muestras.	EN ISO 25667-3: 1995	ISO 5667-2:1994
UNE-EN 27828: 1995	Calidad del agua. Métodos de muestreo biológico. Guía para el muestreo manual de macroinvertebrados bénticos	EN 27828: 1995	ISO 7828: 1985
UNE-EN 28265: 1995	Calidad del agua. Concepción y utilización de los muestreadores de macroinvertebrados bénticos sobre sustrato rocoso en aguas dulces poco profundas	EN 28265: 1995	ISO 8265: 1988

generales de técnicas de muestreo, como en los que se refieren a parámetros específicos. Algunas de las sugerencias de muestreo, conservación de muestras, etc. se han recopilado de los Métodos Normalizados (APHA, 1992). Otras recomendaciones se han redactado teniendo en cuenta la experiencia de los grupos de trabajo GUADALMED y las propias necesidades surgidas dentro del proyecto.

Los diferentes métodos han sido aplicados a 157 puntos de muestreo repartidos en 12 cuencas hidrográficas a lo largo de toda la cuenca mediterránea, 10 de ellas situadas en la vertiente mediterránea de la Península Ibérica y dos en las Islas Baleares.

### Pautas generales

Se deben seguir los siguientes pasos:

1. Seleccionar la estación de muestreo. Los criterios de selección pueden encontrarse en Bonada *et al.*, en este volumen.
2. Identificación del punto de muestreo (nombre, código, fecha, hora)
3. Toma de muestras
  - 3.1. Físico-química del agua (protocolo 1)
  - 3.2. Caudal (protocolo 1)
  - 3.3. Hábitat (protocolo 2)
  - 3.4. Macroinvertebrados (protocolo 3)
  - 3.5. Vegetación de ribera (protocolo 4)

---

## MATERIAL NECESARIO PARA EL MUESTREO

---

### ANTES DE COMENZAR:

- Permiso de muestreo
- Mapas
- Cámara de fotos
- Fichas de campo
- Botas de agua
- Guantes de goma
- Trapo o toalla

### PARA ETIQUETAR:

- Rotuladores indelebles
- Lápices y sacapuntas
- Etiquetas de papel y cinta aislante para botes y botellas

### MUESTREO DE LA FÍSICOQUÍMICA:

- Termómetro
- pH-metro y soluciones tampón para calibrar el pH-metro
- Conductímetro
- Oxímetro o Botellas y reactivos Winkler
- Membrana de repuesto para el oxímetro
- Botes y botellas para la muestra de agua
- Cloroformo (si se fija la muestra de agua con cloroformo)
- Cuentagotas
- Nevera con bloques helados
- Pilas de repuesto para todos los aparatos
- Frascos lavadores con agua destilada y rollo de papel de celulosa (para enjuague y limpieza de electrodos)

#### Caudal:

- Cinta métrica de al menos 10 metros y metro rígido
- Correntímetro

### PARA EL MUESTREO BIOLÓGICO:

#### Macroinvertebrados:

- Redes de 300 micras (unas de mango corto y otras de mango largo)\*
- Pinzas entomológicas y/o aspirador entomológico
- Bateas blancas de plástico (mínimo 30 x 20 cm)
- Cuentahilos o lupa (ayuda identificación organismos)
- Viales de plástico herméticos
- Alcohol de 96°
- Formol 40 %

#### Estaciones de referencia:

- Bolsas de plástico o botes grandes para la muestra de macroinvertebrados de las estaciones de referencia

#### Vegetación de ribera:

- Guía de árboles y arbustos

---

\* Con corrientes fuertes, utilizar redes de 500-1000 µm.

## PROTOCOLO 1: DE TOMA DE MUESTRAS PARA LA REALIZACIÓN DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

### Pasos a seguir

#### 1. Seleccionar el área de toma de muestra

Para que el muestreo sea lo más representativo posible se debe realizar la toma de muestras en puntos que representen el tipo de hábitat de estudio. Seleccionar zonas donde el agua esté bien mezclada (zonas centrales), evitando tomar agua superficial, rebosaderos de los embalses, confluencias de ríos poco importantes, lugares de pequeños vertidos, etc. ya que sólo tienen efectos muy localizados en la química del agua de ese tramo, y evaluarían incorrectamente el estado del río y las características del agua en el tramo de estudio. Muestrear antes del comienzo de los trabajos que puedan modificar las características del agua (en especial el muestreo biológico). Otra posibilidad es realizarlo posteriormente, aguas arriba de la zona perturbada.

#### 2. Medidas instantáneas con equipos portátiles (Tabla 2)

La temperatura, el pH o los gases disueltos cambian de manera significativa en cuestión de minutos y por ello hay que medirlos en el mismo momento del muestreo con ayuda de los electrodos de campo.

Antes del muestreo es imprescindible leer minuciosamente las instrucciones de uso de los aparatos que se vayan a utilizar, comprobando el buen estado de los mismos (lo que incluye revisión y limpieza).

Controlar la temperatura de referencia o de calibrado del aparato. La temperatura normalmente utilizada suele ser 25 °C, y este dato deberá incluirse en la hoja de campo que contenga las medidas realizadas. Si la calibración se realiza con líquidos tampón, como el caso del pH, los rangos esperados de esta

medida serán los que utilizemos para elegir las soluciones tampón calibradoras. Estas se deben utilizar a la misma temperatura a la que se encuentre el agua a medir. Esto se consigue sumergiendo los tampones unos minutos en el río hasta que la temperatura de los mismos se iguale con la del agua del río.

Estas medidas directas se deben realizar, en la medida de lo posible, en el mismo río sin necesidad de recoger el agua en un recipiente ya que la manipulación de la muestra puede modificar la solubilidad de los gases disueltos.

Los electrodos, una vez sumergidos, no deben entrar en contacto con macrófitos o algas, o quedar enterrados en el sedimento ya que esto puede desvirtuar la medida real.

#### 3. Medidas de laboratorio: toma de muestras.

##### Traslado y conservación (Tabla 2)

Algunos análisis químicos se ven mucho más afectados que otros por los efectos de la conservación de las muestras. Con una correcta técnica de conservación y transporte de las muestras hasta el laboratorio se consigue retrasar los cambios químicos y biológicos que se producen inevitablemente después de la toma.

Los recipientes que contendrán la muestra de agua y la transportarán hasta su análisis definitivo deben estar totalmente limpios. Dependiendo del procedimiento a seguir (normalmente en los análisis de fósforo en los que no se utilice un recipiente estéril y que no se vayan a realizar inmediatamente), se deberá realizar un lavado metódico del recipiente con ácido diluido. Dependiendo del analito, se exige que los recipientes donde se almacene la muestra sean de un tipo de material u otro (Tabla 3). La elección de un recipiente apropiado y su preparación puede ser de la mayor importancia a la hora de realizar análisis químicos.

**Tabla 2.** Parámetros físico-químicos determinados en el proyecto GUADALMED. *Physical and chemical variables measured in the Guadalmed project.*

MEDIDAS INSTANTÁNEAS EN EL PUNTO DE MUESTREO	MEDIDAS Y ANÁLISIS POSTERIORES
T° (°C)	Alcalinidad
Conductividad (µS/cm, 25 °C)	N-Nitratos (mg/l N-NO <sub>3</sub> )
Oxígeno disuelto (mg/l y % saturación)	N-Nitritos (mg/l N-NO <sub>2</sub> )
PH	Amonio (mg/l NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )
	Ortofosfato <sup>1</sup> (mg/l P-PO <sub>4</sub> )
	Cloruros (mg/l Cl <sup>-</sup> )
	Sulfatos (mg/l SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )
	Sólidos en suspensión (mg/l)

<sup>1</sup> Fósforo reactivo soluble



Antes de la toma de la muestra todos los recipientes deben limpiarse concienzudamente con el agua del río, enjuagando al menos 6 veces.

Los recipientes deben ser llenados completamente hasta su parte superior y taparlos de manera que se impida que quede aire encima de la muestra y la formación de burbujas. Esto limita la interacción con la fase gaseosa y la agitación durante el transporte y conseguiremos que quede la menor cantidad de aire en el recipiente que pueda interferir con el analito y desvirtuar la medición (muy importante en casos como la medida de la alcalinidad). Éste será un procedimiento válido en todos los casos excepto en los que vayan a fijarse para su conservación. En este caso se dejará un poco de volumen en el recipiente para añadir la sustancia fijadora, igual que en el caso de que el contenido se vaya a congelar.

Las principales recomendaciones para el traslado y conservación de las muestras, según el analito que queramos medir, se describen en la Tabla 3.

En general no se pueden dar reglas absolutas y fijas para la conservación, la duración de la conservación, la naturaleza del recipiente y la eficacia de los procesos de conservación. Esto se debe a que dependen, no sólo de los constituyentes que han de analizarse y de sus niveles sino también de la naturaleza de la muestra. Por tanto, el contenido de la Tabla 3 debe considerarse únicamente como sugerencias razonables. En cada caso concreto y para cada método de análisis a utilizar se deberá comprobar si las indicaciones de la tabla son las apropiadas. Como norma general se deberá evitar la congelación de las muestras como forma de conservación de las mismas. Si ésta es la única forma posible de mantenerlas hasta su análisis, se

**Tabla 3.** Sugerencia de recipientes, técnicas de conservación y tiempos máximos de almacenamiento. Los datos de la tabla están tomados de AENOR (1997) y APHA (1992). Plástico (P) (e.g., Polietileno o PVC); Vidrio (V); Vidrio Borosilicatado (VB). La conservación de la muestra debe ser realizada inmediatamente después de su recolección. Las muestras deben ser analizadas tan pronto como sea posible. Los tiempos que aquí se sugieren son tiempos máximos considerados válidos para que la muestra permanezca estable. <sup>1</sup>Fósforo reactivo soluble. *Suggestions about containers, preservation techniques and maximum storage time. Data were obtained from AENOR (1997) and APHA (1992). Plastic (P) (e.g., Polyethylene or PVC); Glass (V); Borosilicate glass (VB). Samples must be preserved immediately after collection. Samples must be analysed as soon as possible. Times presented here are considered valid for maintaining an essentially unaltered sample. <sup>1</sup>Soluble reactive phosphorus.*

Parámetro	Material del recipiente	Conservación	Tiempo máximo de almacenamiento	Observaciones
Alcalinidad	P, V	4 °C	24 h	Llenar por completo el recipiente y tapar herméticamente. Evítese la agitación de la muestra y su exposición prolongada al aire. Las muestras deben analizarse preferentemente <i>in situ</i> (en particular para muestras ricas en gases disueltos).
Nitratos (mg/l N-NO <sub>3</sub> )	P, V	4 °C. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> pH<2	24 - 48 h	
		Filtrar inmediatamente 4 °C	24 - 48 h	
Nitritos (mg/l N-NO <sub>2</sub> )	P, V	4 °C	24 h - 48 h	
Amonio (mg/l NH <sub>4</sub> )	P, V	4 °C. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> pH<2	24 h	
		4 °C	6 h	
Ortofosfato <sup>1</sup> (mg/l P-PO <sub>4</sub> )	VB, V	Filtrar inmediatamente, 4 °C	24 h	Lávense todos los recipientes de vidrio con HCl diluido y después varias veces con agua destilada. No usar nunca detergentes comerciales que contengan fosfatos para limpiar el material de vidrio utilizado en este análisis.
Cloruros (mg/l Cl)	P, V	No especial	1 mes	
Sulfatos (mg/l SO <sub>4</sub> )	P, V	4 °C	1 semana	Para aguas con alta DBO existen consideraciones especiales para su conservación
Sólidos en suspensión (mg/l)	P, V	No especial	24 h	Las muestras deben analizarse lo antes posible

debe comprobar la idoneidad de este método para el análisis de cada parámetro. En este caso, el tipo de recipientes recomendados en la Tabla 3 puede verse modificado.

#### 4. Medida del caudal

Se busca un transecto del río con la sección lo más homogénea posible y por la que pase todo el caudal, preferentemente con un flujo laminar para que el error cometido sea lo menor posible:

- se mide su anchura con ayuda de una cinta métrica.
- a lo ancho de este transecto se hacen medidas de profundidad (con un metro rígido) y de velocidad del agua con ayuda de un correntímetro, cada 20 cm. o cada 50 cm.,

según la anchura y homogeneidad del río. La velocidad se debe tomar a una profundidad que esté a 2/3 del fondo.

- en el caso de disponer de un correntímetro con la opción de hacer la media de la velocidad del agua en continuo, debemos subir y bajar el aparato desde la superficie hasta el fondo varias veces, de forma que obtengamos una media integrada de la velocidad del agua en cada una de los perfiles verticales en los que hemos medido la profundidad.

El valor del caudal ( $m^3/s$ ) en cada una de las secciones se obtiene multiplicando el área de la sección ( $m^2$ ) por la velocidad media del agua ( $m/s$ ) en cada una de ellas. El caudal total del transecto sería la suma de los caudales obtenidos en cada una de las secciones.



**PROTOCOLO 2: IHF (ÍNDICE DE EVALUACIÓN DEL HÁBITAT FLUVIAL)****Consideraciones previas a tener en cuenta en la aplicación del índice**

Pasos a seguir	Observaciones
<b>1 Selección del área de observación</b> El tramo de río evaluado deberá tener una longitud suficiente (unos 100 m) para proporcionar al observador la información necesaria que se requiere para cubrir los siete bloques de los que consta el índice.	El índice será aplicado durante periodos en los que el caudal sea bajo, de modo que el sustrato y las características del canal puedan verse con facilidad. No evaluar el hábitat inmediatamente después de una crecida.
<b>2 Independencia de los bloques a analizar</b> Los siete bloques en los que está basado el IHF son independientes y la puntuación de cada uno de ellos no puede ser superior a la que se indica al final de la hoja de campo.	En cada bloque se valorará solamente la presencia de cada uno de los parámetros indicados, no su ausencia.
<b>3 Puntuación final</b> La puntuación final será el resultado de la suma de los siete bloques y por lo tanto nunca puede ser superior a 100.	

**Consideraciones útiles para rellenar la hoja de campo**

Bloques	Consideraciones	Observaciones
1	<b>Inclusión rápidos - sedimentación pozas</b> <i>Inclusión:</i> Se contabiliza el grado en que las partículas del sustrato están fijadas (hundidas) en el lecho del río. <i>Sedimentación:</i> Consiste en la deposición de material fino en zonas más lénticas del río.	La inclusión se mide aguas arriba y en la parte central de rápidos y zonas de piedras, donde no exista una deposición de sedimentos y la distribución de las partículas del sustrato pueda verse con mayor claridad.
2	<b>Frecuencia de rápidos</b> Se hace una estima promedio de la aparición de rápidos con respecto a la presencia de zonas más remansadas.	En este apartado se pretende evaluar la heterogeneidad del curso del río. El que se produzca de forma frecuente la alternancia de rápidos con pozas a la escala de tramo fluvial, asegura la existencia de una mayor diversidad de hábitats para la comunidad de organismos acuáticos.
3	<b>Composición del sustrato</b> Para rellenar este apartado se hace una estima visual aproximada de la composición media del sustrato, siguiendo las categorías del RIVPACS (River InVertebrate Prediction And Classification System) (Wright et al., 1984).	El diámetro de partícula considerado en las categorías del RIVPACS es el siguiente: Bloques y piedras: > 64 mm. Cantos y gravas: > 64 mm > 2 mm. Arena: 0.6 - 2 mm Limo y arcilla: < 0.6 mm.

**Consideraciones útiles para rellenar la hoja de campo. Continuación.**

Bloques	Consideraciones	Observaciones
4	<b>Regímenes de velocidad/ profundidad</b> La presencia de una mayor variedad de regímenes de velocidad y profundidad proporciona una mayor diversidad de hábitat disponibles para los organismos.	Como norma general se considera una profundidad de 0.5 m para distinguir entre profundo y somero y una velocidad de 0.3 m/s para separar rápido de lento.
5	<b>Porcentaje de sombra en el cauce</b> Estima, de forma visual, la sombra proyectada por la cubierta vegetal adyacente, que determina la cantidad de luz que alcanza el canal del río e influencia el desarrollo de los productores primarios.	
6	<b>Elementos heterogeneidad</b> Mide la presencia de elementos tales como hojas, ramas, troncos o raíces dentro del lecho del río. Estos elementos proporcionan el hábitat físico que puede ser colonizado por los organismos acuáticos, a la vez que constituyen una fuente de alimento para los mismos.	En este apartado se tendrá en cuenta únicamente la aparición de los elementos indicados. Si no existiesen no se les daría ninguna puntuación.
7	<b>Cobertura y diversidad de vegetación acuática</b> Mide la cobertura de la vegetación acuática en el cauce fluvial. La mayor diversidad de morfologías en los productores primarios incrementa la disponibilidad de hábitats y de fuentes de alimento para muchos organismos. En la misma medida la dominancia de un grupo sobre el total de la cobertura no debería superar el 50%.	Plocon: incluye organismos fijos al sustrato por un extremo -rizoides- en muchos casos desprendidos y flotando, por ejemplo, <i>Cladophora</i> , <i>Zygnematales</i> , <i>Oedogoniales</i> y Briófitos. Pecton: incluye talos aplanados, laminares o esféricos, por ejemplo, <i>Nostoc</i> , <i>Hildenbrandia</i> , <i>Chaetoforales</i> , <i>Rivulariáceas</i> , Fieitos de oscilatorias o Perifiton de diatomas. Fanerógamas y charales: por ejemplo, especies de los géneros <i>Potamogeton</i> , <i>Ranunculus</i> , <i>Ceratophyllum</i> , <i>Apium</i> , <i>Lemna</i> , <i>Myriophyllum</i> , <i>Zannichellia</i> o <i>Rorippa</i> y <i>Chara</i> Briófitos: incluyen musgos y hepáticas.

**PROTOCOLO 3: IBMWP "IBERIAN BIOLOGICAL MONITORING WORKING PARTY"****Consideraciones previas a tener en cuenta en la aplicación del índice:**

Pasos a seguir	Observaciones
<b>1 Selección del área de observación</b> El tramo de río evaluado deberá tener una longitud aproximada de 100 m. Se realizará un recorrido visual a lo largo del tramo a muestrear y se identificarán los diferentes hábitats para macroinvertebrados presentes: zonas lólicas o leníticas, con macrófitos o no, con raíces o con diferentes tipos de sustratos: arena, limo, etc.	El índice no se deberá aplicar inmediatamente después de una crecida, ni inmediatamente después de un periodo en que el cauce haya estado seco. En ambos casos debe esperarse al menos un mes antes de realizar el muestreo.
<b>2 Muestreo de los hábitats</b> Una vez recorrida la zona y localizados los diferentes microhábitats, antes de introducirse en el agua es importante localizar animales esquivos que viven en la superficie como Gyrinidae, Gerridae o Hydrometridae, ya que tratan de huir rápidamente y podrían pasar desapercibidos si se lleva a cabo el muestreo de inmediato. A continuación se muestrearán todos los hábitats presentes con una red de mano de 300 µm* de luz de malla y una boca de entrada de unos 30 cm de diámetro. El muestreo se realizará colocando la malla a contracorriente y removiendo el sustrato aguas arriba de la manga con la mano o el pie, realizando un movimiento zigzagante con la red para que todo el material removido entre a través de ésta. Las piedras deben limpiarse bien dentro de la red o en una batea por ambas caras, así como troncos, raíces, masas de algas, etc.	El muestreo se realiza desde aguas abajo hacia aguas arriba del tramo para evitar que la perturbación haga huir a los animales. Para evitar que al colmatarse la red la corriente ayude a los animales a escapar se debe vaciar a menudo el contenido de ésta en bateas de plástico blanco.
<b>3 Identificación de los taxones</b> Se proponen dos protocolos de identificación dependiendo de si se está muestreando una estación de referencia o no. En caso del muestreo de una estación de referencia se realiza un mayor esfuerzo en la identificación de los taxones, ya que se prevé que estas localidades serán muchos más diversas que las de "no referencia". Además, en estas localidades, se propone la toma de datos de abundancia relativa en laboratorio, para un posible posterior tratamiento de los datos. En caso de que no interese tal tratamiento será suficiente con aplicar el Protocolo I a todas las localidades de muestreo.	
<b>3.1 "Estaciones de no referencia". Protocolo I.</b> En el campo se toma una batea blanca de plástico y se llena de agua. El contenido de las redadas se deposita en la batea asegurándose de que no queda ningún individuo adherido a la red. Se capturan los diferentes taxones con ayuda de unas pinzas finas o un aspirador entomológico y se van identificando a medida que se localizan en la batea. Los taxones que son dudas y que quedan sin identificar se introducen en un vial con alcohol de 70%. Y el material revisado de la batea es devuelto al río.	El muestreo debe continuar hasta que nuevas redadas no aporten nuevos taxones. La duración de esta operación depende de la experiencia y habilidad del operador. Entre distintos puntos de muestreo se han de lavar bien las bateas y las redes para evitar llevar individuos de unos puntos de muestreo a otros.

\* Si la corriente es muy fuerte, utilizar tamaños de malla de 500 µm.

**Consideraciones previas a tener en cuenta en la aplicación del índice. Continuación.**

Pasos a seguir	Observaciones
<p><b>3.2. "Estaciones de referencia". Protocolo II.</b></p> <p>Se procede igual que en el caso anterior pero de cada taxón nos aseguramos capturar al menos de 1-3 individuos, que se introducen en un vial con alcohol de 70°. Todo el material sobrante después de las redadas se introduce en un bote de boca ancha o en una bolsa hermética de plástico y se fija con Formol al 4 %. En el laboratorio se submuestra separando 200 individuos al azar (Bonada <i>et al.</i>, en este volumen) y se revisa la muestra por si algún taxón escaso o críptico no se hubiera detectado en el submuestreo y además hubiese escapado al muestreo de campo. De esta forma se puede obtener sumando los animales separados en campo y los separados en laboratorios un dato semicuantitativo que nos permita calcular las abundancias relativas de los distintos taxones.</p>	<p>Dada la elevada toxicidad del formol, la muestra se puede conservar igualmente en alcohol de 70°. En este último caso el volumen de fijador en el bote ha de ser mucho mayor y la muestra no se podrá conservar por mucho tiempo en el laboratorio.</p>
<p><b>5 Cálculo del índice</b></p> <p>Para el cálculo del índice se suman las puntuaciones parciales que se obtienen de la presencia de cada familia y de esta forma se obtiene la puntuación global del punto de muestreo. Si en el tramo aparecen más de un individuo de una familia esta sólo puntuará una vez.</p>	

Los rangos de calidad según el índice IBMWP son:

Estado Ecológico	CALIDAD	IBMWP	Color
<i>Muy Bueno</i>	<i>Buena. Aguas no contaminadas o no alteradas de modo sensible.</i>	≥ 101	Azul
<i>Bueno</i>	<i>Aceptable. Son evidentes algunos efectos de contaminación.</i>	61-100	Verde
<i>Aceptable (=Moderado)*</i>	<i>Dudosa. Aguas contaminadas.</i>	36-60	Amarillo
<i>Deficiente</i>	<i>Crítica. Aguas muy contaminadas.</i>	16-35	Naranja
<i>Malo</i>	<i>Muy crítica. Aguas fuertemente contaminadas</i>	<15	Rojo

\* Hay que señalar que en la versión inglesa de la Directiva Marco del agua, se lee "Moderate", que ha sido traducida al castellano como "Aceptable" en vez de como "Moderado", indicando que existe una alteración (ver Ortiz, en este volumen)

El problema de establecer límites estrictos de calidad de aguas implica la necesidad de reconocer situaciones intermedias entre unos y otros. Es por ello que aquellos valores que queden cinco unidades por exceso o por defecto de los límites establecidos en la tabla anterior han de considerarse entre dos clases de calidad.

alternando los colores representativos de las clases de calidad correspondientes (Alba-Tercedor, 1996). Por ejemplo, 103 quedaría intermedio entre las clases I y II y debería colorearse en la cartografía con azul y verde. Estos rangos de calidad están siendo revisados en la segunda fase del proyecto GUADALMED.

## PROTOCOLO 4: QBR (ÍNDICE DE CALIDAD DEL BOSQUE DE RIBERA)

## Consideraciones previas a tener en cuenta en la aplicación del índice:

Pasos a seguir	Observaciones
<p><b>1 Selección del área de observación</b></p> <p>Se debe escoger un tramo de 100 m de longitud, aguas arriba del punto de muestreo, y se considera toda la anchura potencial del bosque de ribera para calcular el QBR. Se delimitará visualmente la orilla y la ribera (ver dibujo de la hoja de campo de este índice) de la zona riparia.</p> <p>En las <i>estaciones de referencia</i> se considerará el tramo de río que tome los mayores valores de QBR.</p>	<p><b>Orilla.</b> Zona del cauce inundable en crecidas periódicas en un período aproximado de dos años.</p> <p><b>Ribera.</b> Zona inundable en crecidas de gran magnitud (períodos de hasta 100 años). Pueden estar incluidas varias terrazas aluviales.</p> <p>El índice <b>no es aplicable</b> en las <i>zonas altas de montaña</i>, donde no existe de manera natural vegetación arbórea.</p>
<p><b>2 Independencia de los bloques a analizar</b></p> <p>Los cuatro bloques en los que está basado el QBR son totalmente independientes y la puntuación de cada uno de ellos no puede ser negativa ni superior a 25.</p>	
<p><b>3 Cálculo bloque por bloque</b></p> <p>En cada bloque se escoge una de las cuatro opciones principales, puntuando 25, 10, 5 ó 0. Solamente se puede escoger una entrada: La que cumpla la condición exigida siempre leyendo de arriba abajo.</p> <p>La puntuación final de cada bloque será modificada por las condiciones expuestas en la parte inferior de cada bloque, <b>tantas veces como se cumpla la condición</b> (sumando o restando).</p>	<p>De las cuatro opciones principales, se escogerá solamente una de ellas.</p> <p>La puntuación final de cada bloque tendrá un 25 como máximo y un 0 como mínimo.</p> <p>Las condiciones se analizarán considerando <b>ambos márgenes del río</b> como una única unidad.</p>
<p><b>4 Puntuación final</b></p> <p>La puntuación final será el resultado de la suma de los cuatro bloques, por tanto variará entre 0 y 100.</p>	
<p><b>5 Nota</b></p> <p>Los puentes y caminos utilizados para acceder a la estación de muestreo no se tendrán en cuenta para la evaluación del índice QBR. Si es posible, el QBR debería ser analizado aguas arriba y debajo de estos accesos. Otros puentes o carreteras (por ejemplo las paralelas al río) sí que deberán ser consideradas.</p>	<p>Los tramos de ribera cercanos a la zona de acceso al río suelen estar perturbados y pueden hacer disminuir la puntuación.</p> <p>Si es posible, es interesante realizar varios transectos (cada 100-200 m) y evaluar el QBR en un tramo largo para tener una puntuación más representativa de la zona.</p>

**Consideraciones útiles para rellenar la hoja de campo:**

Bloques	Consideraciones	Observaciones
1	<p><b>Grado de cobertura riparia</b></p> <p>Se contabiliza el porcentaje de cobertura de toda la vegetación, exceptuando las plantas de crecimiento anual. Se consideran ambos lados del río de forma conjunta.</p> <p>Hay que tener en cuenta también la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente para sumar o restar puntos.</p>	<p>Nos interesa puntuar la cobertura del terreno por la vegetación, sin tener en cuenta su estructura vertical, que se evalúa en el siguiente apartado. En este bloque se destaca el papel de la vegetación como elemento estructurador del ecosistema de ribera.</p> <p>Los caminos sin asfalto de menos de 4 metros de ancho no se consideran como elementos de aislamiento con el ecosistema adyacente.</p>
2	<p><b>Estructura de la cobertura</b></p> <p>La puntuación se realiza según el porcentaje de cobertura de árboles y, en ausencia de éstos, arbustos sobre la totalidad de la zona a estudiar. Se considera riberas a ambos márgenes del río. Elementos como la linealidad en los pies de los árboles (síntomas de plantaciones), o las coberturas distribuidas no uniformemente y formando manchas se penalizan en el índice, mientras que la presencia de helófitos en la orilla y la interconexión entre árboles y arbustos en la ribera, se potencian.</p>	<p>En este apartado lo que se pretende evaluar es la complejidad de la vegetación que puede ser causa de una mayor biodiversidad animal y vegetal en la zona. Cuando debido a las características geomorfológicas o hidrológicas del tramo, el bosque adyacente ocupa la zona riparia, éste se contabiliza en el apartado de cobertura y estructura (bloque 1 y 2), pero no para evaluar la calidad de la cobertura (bloque 3).</p>
3	<p><b>Calidad de la cobertura</b></p> <p>Para rellenar este apartado, antes que nada hay que determinar el tipo geomorfológico con las indicaciones del reverso de la hoja de campo. Después de haber seleccionado el tipo geomorfológico (1 a 3) contaremos el número de especies arbóreas o arbustivas nativas riparias. Los bosques en forma de túnel a lo largo del río suponen un aumento de la puntuación, dependiendo del porcentaje de cobertura a lo largo del tramo estudiado.</p> <p>La disposición de las diferentes especies arbóreas en galería, desde la zona más cercana al río hasta el final de la zona de ribera, puntúan aumentando el valor del índice.</p>	<p>Para determinar el tipo geomorfológico hay que utilizar el reverso de la hoja de campo. En esta parte puntuaremos el margen izquierdo y derecho en función de su desnivel y forma. La puntuación final se obtiene sumando los valores de ambos márgenes y complementando este valor con las restas y las sumas de los apartados inferiores (si es necesario). La presencia de islas en el río decrecen la puntuación, mientras que la presencia de un suelo rocoso y duro (lascas) con baja potencialidad para enraizar una buena vegetación de ribera, la aumentan. El resultado de la operación nos indica el tipo geomorfológico del canal del tramo a estudiar y lo usaremos para seguir por una u otra columna en el tercer bloque.</p> <p>Las especies introducidas en la zona y naturalizadas penalizan en esta parte del índice. Existe una lista de las especies introducidas (consideradas no naturales) más frecuentes en los ríos muestreados en el reverso de la hoja de campo.</p>
4	<p><b>Naturalidad del canal fluvial</b></p> <p>La modificación de las terrazas adyacentes al río supone la reducción del cauce, el aumento de la pendiente de los márgenes y la pérdida de sinuosidad en el río. Los campos de cultivo cercanos al río y las actividades extractivas producen este efecto. Cuando existan estructuras sólidas, como paredes, muros, etc., los signos de alteración son más evidentes y la puntuación baja.</p>	<p>No se consideran los puentes ni los pasos para cruzar el río que nos permiten acceder a la estación de muestreo.</p>



Los rangos de calidad\* según el índice QBR son:

Nivel de calidad	QBR	Color representativo
Bosque de ribera sin alteraciones, calidad muy buena, estado natural	≥ 95	Azul
Bosque ligeramente perturbado, calidad buena	75-90	Verde
Inicio de alteración importante, calidad intermedia	55-70	Amarillo
Alteración fuerte, mala calidad	30-50	Naranja
Degradación extrema, calidad pésima	≤ 25	Rojo

\* Los rangos de calidad son provisionales, están sujetos a revisión en la segunda fase del proyecto GUADALMED.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALBA-TERCEDOR, J. & A. SÁNCHEZ-ORTEGA. 1988. Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell (1978). *Limnetica*, 4: 51-56.
- ALBA-TERCEDOR, J. 1996. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. *IV Simposio del Agua en Andalucía (SIAGA)*, Almería, España: 203-213.
- ALBA-TERCEDOR, J. & A. PUJANTE. 2000. Running-water biomonitoring in Spain. Opportunities for a predictive approach. In: *Assessing the Biological Quality of Freshwater: RIVPACS and similar techniques*. J.F. Wright, D.W. Sutcliffe & M. Furse (eds.): 207-216. Freshwater Biological Association.
- ALBA-TERCEDOR, J., P. JÁIMEZ-CUÉLLAR, M. ÁLVAREZ, J. AVILÉS, N. BONADA, J. CASAS, A. MELLADO, M. ORTEGA, I. PARDO, N. PRAT, M. RIERADEVALL, S. ROBLES, C. E. SÁINZ-CANTERO, A. SÁNCHEZ-ORTEGA, M. L. SUÁREZ, M. TORO, M. R. VIDAL-ABARCA, S. VIVAS & C. ZAMORA-MUÑOZ. 2002. Caracterización del estado ecológico de ríos mediterráneos ibéricos mediante el índice IBMWP (=BMWP'). *Limnetica*, 21: 175-185.
- AENOR. 1997. *Recopilación de Normas UNE. Medio Ambiente. Tomo 1: Calidad del Agua*. Madrid: Asociación Española de Normalización y Certificación.
- APHA; AWWA; WPCF. 1992. *Standard Methods for the examination of water and waste water*, 17th ed. American Public Health Association.
- BARBOUR, M. T., J. GERRITSEN, B. D. SNYDER & J. B. STRIBLING. 1999. *Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish*, 2nd ed. EPA 841-B-99-002. US EPA, Office of Water, Washington D.C., USA.
- BONADA, N., N. PRAT, A. MUNNÉ, M. PLANS, C. SOLÀ, M. ÁLVAREZ, I. PARDO, G. MOYÀ, G. RAMON, M. TORO, S. ROBLES, J. AVILÉS, M. L. SUÁREZ, M. R. VIDAL-ABARCA, A. MELLADO, J. L. MORENO, C. GUERRERO, S. VIVAS, M. ORTEGA, J. CASAS, A. SÁNCHEZ-ORTEGA, P. JÁIMEZ-CUÉLLAR & J. ALBA-TERCEDOR. 2002. Intercalibración de la metodología GUADALMED. Selección de un protocolo de muestreo para la determinación del estado ecológico de los ríos mediterráneos. *Limnetica*, 21: 13-33.
- DAVIES, P.E. 1994. *National River Processes and Management Program Monitoring River Health Initiative. River Bioassessment Manual Version 1.0*. Department of the Environment, Sport and Territories, Canberra.
- D.O.C.E. 2000. *Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2000 por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas*. D.O.C.E. L 327 de 22.12.00. 69 pp.
- MUNNÉ, A., C. SOLÀ & N. PRAT. 1998. QBR: Un índice rápido para la evaluación de la calidad de los ecosistemas de ribera. *Tecnología del Agua*, 175: 20-37.
- MUNNÉ, A., C. SOLÀ, M. RIERADEVALL & N. PRAT. 1998. *Índex QBR. Mètode per a l'avaluació de la qualitat dels ecosistemes de ribera*. Barcelona: Diputació de Barcelona, Àrea de Medi Ambient.
- MUNNÉ, A., N. PRAT, C. SOLÀ, N. BONADA & M. RIERADEVALL. 2003. A simple field method for assessing the ecological quality of riparian habitat in rivers and streams. QBR index. *Aquatic Conserv.: Mar. Freshw. Ecosyst.*, 13: 147-164.

- ORTIZ, J.L. 2002. La Directiva Marco del Agua: Aspectos relevantes para el proyecto GUADALMED. *Limnetica*, 21: 5-12.
- PARDO, I., M. ÁLVAREZ, J. CASAS, J. L. MORENO, S. VIVAS, N. BONADA, J. ALBÁ-TERCEDOR, P. JÁIMEZ-CUÉLLAR, G. MOYÀ, N. PRAT, S. ROBLES, M. L. SUÁREZ, M. TORO & M. R. VIDAL-ABARCA. 2002. El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat. *Limnetica*, 21: 115-132.
- PLAFKIN, J. L., M. T. BARBOUR, K. D. PORTER, S. K. GROSS & R. M. HUGHES. 1989. *Rapid Bioassessment protocols for use in streams and rivers: benthic macroinvertebrates and fish*. EPA/444/4-89-001. United States Environmental Protection Agency, Washington D. C., USA.
- PRAT, N., A. MUNNÉ, M. RIERADEVALL, C. SOLÀ & N. BONADA. 2000. *ECOSTRIMED. Protocolo para determinar el estado ecológico de los ríos mediterráneos*. Barcelona: Diputació de Barcelona, Àrea de Medi Ambient.
- RESH, V. H., R. H. NORRIS & M. T. BARBOUR. 1995. Design and implementation of rapid assessment approaches for water resource monitoring using benthic macroinvertebrates. *Aust. J. Ecol.*, 20: 108-121.
- RESH, V. H. & J. K. JACKSON. 1993. Rapid assessment approaches to biomonitoring using benthic macroinvertebrates. In: *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates*. D. M. ROSENBERG & V. H. RESH (eds.): 195-233. Chapman and Hall, New York, USA.
- SUÁREZ, M. L. & M. R. VIDAL-ABARCA. 2000. Aplicación del índice de calidad del bosque de ribera, QBR (Munné *et al.*, 1998) a los cauces fluviales de la cuenca del río Segura. *Tecnología del Agua*, 201: 33-45.
- WRIGTH, J. F., D. MOSS, P. D. ARMITAGE. & M. T. FURSE. 1984. A preliminary classification of running water sites in Great Britain based on macroinvertebrate species and the prediction of community type using environmental data. *Freshwat. Biol.*, 14:221-256.



Anexo. Hojas de campo del IBMWP, IHF y QBR usadas en el proyecto GUADALMED. *Field sheets for the IBMWP, IHF and QBR indices used in the Guadalméd project.*

## IBMWP

Río:

Fecha:

Localidad:

Identificado por:

TAXÓN	PTS	Abund	TAXÓN	PTS	Abund	TAXÓN	PTS	Abund
TRICLADIDA			ODONATA			TRICHOPTERA		
Dendrocoelidae	5		Aeshnidae	8		Beracidae	10	
Dugesiiidae	5		Calopterygidae	8		Brachycentridae	10	
Planariidae	5		Coenagrionidae	6		Calamoceratidae	10	
OLIGOCHAETA	1		Cordulegasteridae	8		Ecnomidae	7	
HIRUDINEA			Corduliidae	8		Glossosomatidae	8	
Erpobdellidae	3		Gomphidae	8		Goeridae	10	
Glossiphoniidae	3		Lestidae	8		Hydropsychidae	5	
Hirudidae	3		Libellulidae	8		Hydroptilidae	6	
Piscicolidae	4		Platycnemididae	6		Lepidostomatidae	10	
MOLLUSCA			PLECOPTERA			Leptoceridae	10	
Ancylidae	6		Capniidae	10		Limnephilidae	7	
Bithyniidae	3		Chloroperlidae	10		Molannidae	10	
Ferrissidae	6		Leuctridae	10		Odontoceridae	10	
Hydrobiidae	3		Nemouridae	7		Philopotamidae	8	
Lymnaeidae	3		Perlidae	10		Phryganeidae	10	
Neritidae	6		Perlodidae	10		Polycentropodidae	10	
Physidae	3		Taeniopterygidae	10		Psychomyiidae	8	
Planorbidae	3		HETEROPTERA			Rhyacophilidae	7	
Sphaeriidae	3		Aphelocheiridae	10		Sericostomatidae	10	
Thiaridae	6		Corixidae	3		Thremmatidae	10	
Unionidae	6		Gerridae	3		LEPIDOPTERA		
Valvatidae	3		Hydrometridae	3		Pyalidae	4	
Viviparidae	6		Mesoveliidae	3		DIPTERA		
HYDRACARINA	4		Naucoridae	3		Athericidae	10	
OSTRACODA	3		Nepidae	3		Blephariceridae	10	
AMPHIPODA			Notonectidae	3		Ceratopogonidae	4	
Corophiidae	6		Pleidae	3		Chironomidae	2	
Gammaridae	6		Veliidae	3		Culicidae	2	
ISOPODA			NEUROPTERA			Dixidae	4	
Asellidae	3		Sialidae	4		Dolichopodidae	4	
DECAPODA			COLEOPTERA			Empididae	4	
Astacidae	8		Chrysomelidae	4		Ephydriidae	2	
Atyidae	6		Curculionidae	4		Limoniidae	4	
Palaeomonidae	6		Dryopidae	5		Muscidae	4	
EPIHEMEROPTERA			Dytiscidae	3		Psychodidae	4	
Baetidae	4		Elmidae	5		Ptychopteridae	4	
Caenidae	4		Gyrinidae	3		Rhagionidae	4	
Ephemereididae	7		Haliplidae	4		Sciomyzidae	4	
Ephemeridae	10		Helodidae	3		Simuliidae	5	
Heptageniidae	10		Hydraenidae	5		Stratiomyidae	4	
Leptophlebiidae	10		Hydrochidae	5		Syrphidae	1	
Oligoneuriidae	5		Hydrophilidae	3		Tabanidae	4	
Polymitarcidae	5		Hygrobidae	3		Thaumaleidae	2	
Potamanthidae	10		Noteridae	3		Tipulidae	5	
Prosopistomatidae	7		Psephenidae	3				
Siphonuridae	10		Scirtidae	3				

Número ind.	Abund.	Otros organismos
1-3	1	Cambaridae
4-10	2	Dreissenidae
11-100	3	Hydriidae
> 100	4	

Carla Hen Longa : Micológico Anu plan  
re to 20

### Evaluación del Hábitat Fluvial para Ríos Mediterráneos. Índice IHF

Estación
Fecha
Operador

#### Bloques Puntuación


##### 1. Inclusión rápidos-sedimentación pozas

Rápidos	Piedras, cantos y gravas no fijadas por sedimentos finos. Inclusión 0 - 30%	10	
	Piedras, cantos y gravas poco fijadas por sedimentos finos. Inclusión 30 - 60%	5	
	Piedras, cantos y gravas medianamente fijadas por sedimentos finos. Inclusión > 60%	0	
Sólo pozas	Sedimentación 0 - 30%	10	
	Sedimentación 30 - 60%	5	
	Sedimentación > 60%	0	
TOTAL (una categoría)			

Si tiene  
razones nro  
se alix nro.

##### 2. Frecuencia de rápidos

Alta frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río < 7	10	
Escasa frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 7 - 15	8	
Ocurrencia ocasional de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 15 - 25	6	
Constancia de flujo laminar o rápidos someros. Relación distancia entre rápidos / anchura del río > 25	4	
Sólo pozas	2	
TOTAL (una categoría)		

$6/a < 7$   
rapido  
  
rapido

##### 3. Composición del sustrato

* Bloques y piedras	1 - 10%	2	
	1 - 10%	5	
* Cantos y gravas	1 - 10%	2	
	1 - 10%	5	
* Arena	1 - 10%	2	
	1 - 10%	5	
* Limo y arcilla	1 - 10%	2	
	1 - 10%	5	
TOTAL (sumar categorías)			

##### 4. Regímenes de velocidad / profundidad

somero: < 0.5 m	4 categorías. Lento-profundo, lento-somero, rápido-profundo y rápido-somero	10	
lento: < 0.3 m/s	Sólo 3 de las 4 categorías	8	
	Sólo 2 de las 4	6	
	Sólo 1 de las cuatro	4	
TOTAL (una categoría)			

##### 5. Porcentaje de sombra en el cauce

Sombreado con ventanías	10	
Totalmente en sombra	7	
Grandes claros	5	
Expuesto	3	
TOTAL (una categoría)		

##### 6. Elementos heterogeneidad

Hojarasca	> 10% o > 75%	4	
	< 10% o > 75%	2	
Presencia de troncos y ramas		2	
Raíces expuestas		2	
Diques naturales		2	
TOTAL (sumar categorías)			

##### 7. Cobertura de vegetación acuática

* Placón + breñitos	10 - 50%	10	
	10 - 50%	5	
* Ecton	10 - 50%	10	
	10 - 50%	5	
* Emergentes + Charales	10 - 50%	10	
	10 - 50%	5	
TOTAL (sumar categorías)			

#### PUNTUACIÓN FINAL (suma de las puntuaciones anteriores)

La puntuación de cada uno de los apartados no puede exceder la expresada en la siguiente tabla

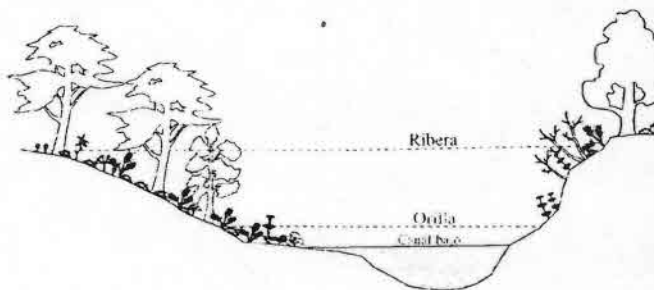
Inclusión rápidos - sedimentación pozas	10
Frecuencia de rápidos	10
Composición del sustrato	20
Regimen velocidad - profundidad	10
Porcentaje de sombra en el cauce	10
Elementos de heterogeneidad	10
Cobertura de vegetación acuática	30

placón → fito  
placón = filament.

## CALIFICACIÓN DE LA ZONA DE RIBERA DE LOS ECOSISTEMAS FLUVIALES. ÍNDICE QBR

*Esta calificación debe ser aplicada en toda la zona de ribera de los ríos (orilla y ribera propiamente dicha). Zonas inundadas periódicamente por las avenidas ordinarias y las máximas.*

Los cálculos se realizarán sobre el área que presenta una potencialidad de soportar una masa vegetal en la ribera. No se contemplan las zonas con sustrato duro donde no puede enraizar una masa vegetal permanente.



La puntuación de cada uno de los 4 apartados no puede ser negativa ni exceder de 25

Estación \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

### Grado de cubierta de la zona de ribera

Puntuación entre 0 y 25

Puntuación	
25	> 80 % de cubierta vegetal de la zona de ribera (las plantas anuales no se contabilizan)
10	50-80 % de cubierta vegetal de la zona de ribera
5	10-50 % de cubierta vegetal de la zona de ribera
0	< 10 % de cubierta vegetal de la zona de ribera
+10	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es total
+5	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es superior al 50%
-5	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es entre el 25 y 50%
-10	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es inferior al 25%

### Estructura de la cubierta (se contabiliza toda la zona de ribera)

Puntuación entre 0 y 25

Puntuación	
25	cobertura de árboles superior al 75 %
10	cobertura de árboles entre el 50 y 75 % o cobertura de árboles entre el 25 y 50 % y en el resto de la cubierta los arbustos superan el 25 %
5	cobertura de árboles inferior al 50 % y el resto de la cubierta con arbustos entre 10 y 25 %
0	sin árboles y arbustos por debajo del 10 %
+10	si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es superior al 50 %
+5	si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es entre 25 y 50 %
+5	si los árboles tienen un sotobosque arbustivo
-5	si hay una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es > 50 %
-5	si los árboles y arbustos se distribuyen en manchas, sin una continuidad
-10	si hay una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es < 50 %

### Calidad de la cubierta (depende del tipo geomorfológico de la zona de ribera\*)

Puntuación entre 0 y 25

Puntuación		Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
25	número de especies de árboles o arbustos autóctonos	> 1	> 2	> 3
10	número de especies de árboles o arbustos autóctonos	1	2	3
5	número de especies de árboles o arbustos autóctonos	=	1	1-2
0	sin árboles autóctonos			
+10	si la comunidad forma una franja longitudinal continua adyacente al canal fluvial en más del 75% de la longitud del tramo			
+5	si la comunidad forma una franja longitudinal continua adyacente al canal fluvial entre el 50 y 75% de la longitud del tramo			
+5	si las distintas especies se disponen en bandas paralelas al río			
+5	si el número de especies de arbustos es:	> 2	> 3	> 4
-5	si hay estructuras construidas por el hombre			
-5	si hay alguna sp. de árbol y/o arbusto alóctono** aislada			
-10	si hay sp. de árboles y/o arbustos alóctonos** formando comunidades			
-10	si hay vertidos de basuras			

### Grado de naturalidad del canal fluvial

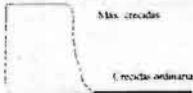



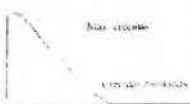

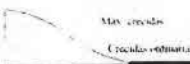
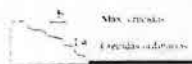

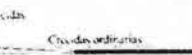


Puntuación entre 0 y 25

Puntuación	
25	el canal del río no ha estado modificado
10	modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal
5	signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río
0	río canalizado en la totalidad del tramo
10	si existe alguna estructura sólida dentro del lecho del río
-10	si existe alguna presa o u otra infraestructura transversal en el lecho del río

### Puntuación final (suma de las anteriores puntuaciones)

\* Determinación del tipo geomorfológico de la zona de ribera (apartado 3, calidad de la cubierta)

Sumar el tipo de desnivel de la derecha y la izquierda de la orilla, y sumar o restar según los otros dos apartados.

		Puntuación		
Tipos de desnivel de la zona riparia		Izquierda	Derecha	
Vertical/cóncavo (pendiente > 75°), con una altura no superable por las máximas avenidas			6	6
Igual pero con un pequeño talud o orilla inundable periódicamente (avenidas ordinarias)			5	5
Pendiente entre el 45 y 75°, escalado o no. La pendiente se cuenta con el ángulo entre la horizontal y la recta entre la orilla y el último punto de la ribera. $\Sigma a > \Sigma b$			3	3
Pendiente entre el 20 y 45°, escalonado o no. $\Sigma a < \Sigma b$			2	2
Pendiente < 20°, ribera uniforme y llana.			1	1
Existencia de una isla o islas en el medio del lecho del río				
Anchura conjunta "a" > 5 m.		-2		
Anchura conjunta "a" entre 1 y 5 m.		-1		
Porcentaje de sustrato duro con incapacidad para enraizar una masa vegetal permanente				
> 80 %		No se puede medir		
60 - 80 %		+ 6		
30 - 60 %		+ 4		
20 - 30 %		+ 2		
Puntuación total				
Tipo geomorfológico según la puntuación				
> 8	<b>Tipo 1</b>	Riberas cerradas, normalmente de cabecera, con baja potencialidad de un extenso bosque de ribera		
entre 5 y 8	<b>Tipo 2</b>	Riberas con una potencialidad intermedia para soportar una zona vegetada, tramos medios de los ríos		
< 5	<b>Tipo 3</b>	Riberas extensas, tramos bajos de los ríos, con elevada potencialidad para poseer un bosque extenso		

#### \*\* Especies frecuentes y consideradas alóctonas

*Salix babylonica*  
*Nicotiana* sp.  
*Custanea sativa*

*Arundo donax*  
*Robinia pseudo-acacia*  
*Fringales*

*Ficus* sp.  
*Ceratonia siliqua*

*Ailanthus altissima*  
*Platanus x hispanica*

1) El índice no es aplicable en las zonas más altas de las cuencas en las que no existe de forma natural vegetación arbórea.

2) En las zonas áridas y semiáridas y en las ramblas, se entiende que se contemplan los arbustos con porte arbóreo como los árboles que se consideran en esta hoja de campo.

(Para este último caso, ver la aplicación del índice realizado en Murcia y publicado en Tecnología del Agua)



Escuela de Ciencias Ambientales



GOBIERNO DE CHILE  
SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO

## **CURSO TEÓRICO – PRÁCTICO**

*Primera Convocatoria*

### **BIOINDICADORES DE CALIDAD DE AGUA EN RÍOS: HERRAMIENTA DE GESTIÓN PARA EL SECTOR AGROPECUARIO.**

*27 al 31 de Enero – 2005, Temuco - Chile*

#### **1. Profesores:**

- Dr. Narcís Prat. Catedrático del Departamento de Ecología Universidad de Barcelona España.
- Dra. Núria Bonada. Investigador del Departamento de Ecología Universidad de Barcelona. España.

#### **2. Presentación del curso:**

La evaluación ecológica de los ríos comienza a ser una práctica habitual en países desarrollados, debido a que la filosofía o enfoque mediante el cual se desarrollan los programas de control ha sido modificada. Primero, porque se concibe a los ríos como ecosistema acuático el cual es capaz de responder a las perturbaciones derivadas de la actividad antrópica y segundo, la necesidad de estandarizar metodologías dentro de la Unión Europea. Ello ha generado la creación de la Directiva Marco del Agua (DMA), la cual tiene entre sus objetivos, definir protocolos para evaluar la calidad de los ríos utilizando criterios biológicos. Bajo estos lineamientos, se han definidos el uso de índices biológicos, tales como: QBR (Índice de calidad de bosque de ribera), IHF (Índice de evaluación de hábitat fluvial) y BMWP (Biological Monitoring Working Party).

El sector productivo agropecuario nacional demanda estrategias innovadoras para posicionar sus productos en el mercado nacional y especialmente en los mercados internacionales a la luz de las exigencias de los tratados de libre comercio suscritos por Chile. En palabras simples, los productos a comerciar deberán ser homologables no solo en calidad sino también en la forma como se generan.

Metodologías incorporadas al sistema productivo para mejorar la calidad de productos, cada vez son mas frecuentes; prueba de ello, es la competitividad que han alcanzado el rubro frutícola en los mercados externos. Sin embargo, aún falta para acercarnos a los estándares relativos al proceso global de producción, por ejemplo la incorporación decidida de criterios de producción limpia (inclusión de tecnología dura y blanda en los procesos) o la incorporación rutinaria de la determinación del estado ecológico de cuencas hidrográficas (uso de criterios biológicos).

### 3. Objetivo:

Capacitar a profesionales del sector privado y público en el uso de protocolos para la determinación del estado ecológico de los ríos, base para una gestión innovadora del recurso agua en el sector silvoagropecuario.

### 4. Programa

Horario	27/01/05	Horario	28/01/05	29/01/05	30/01/05	31/01/05
8:30-9:30 9:30-10:30	Acreditación Inauguración	8:30-10:00	Bloque 4	Salida terreno (8:00 salida)	Bloque 8	Bloque 11
11:00-13:00	Bloque 1	10:30-13:00	Bloque 5	Salida terreno	Bloque 9	Bloque 12 (12:30-13:00 trabajo grupal)
13:00-14:30	Almuerzo	13:00-14:30	Almuerzo	Colación	Almuerzo	Almuerzo
14:30-16:15	Bloque 2	14:30-16:15	Bloque 6	Salida terreno	Bloque 10 (Trabajo grupal, preparación informe)	Trabajo grupal
16:45-18:00	Bloque 3	16:30-18:30	Bloque 7	Salida terreno (regreso 20:00)	Bloque 10 (Trabajo grupal, preparación informe)	Presentación de trabajos (evaluación)
19:00						

### 5. Contenidos

#### Bloque 1:

Calidad del agua: Concepto y objetivos. Impactos ecológicos de las alteraciones producidas por el hombre en ecosistemas acuáticos. Indicadores de calidad, tipos principales. Ventajas e inconvenientes de los indicadores químicos y biológicos. Los indicadores de calidad y la teoría ecológica. Niveles de organización y estrés. Biomarcadores y biocriterios. Relación entre la relevancia ecológica y la relación causa-efecto para los diferentes niveles de organización de los indicadores biológicos.

#### Bloque 2:

Muestreo, seguimiento, control y evaluación de la calidad de las aguas. Medidas Tipos de evaluación. Control de calidad de los datos. Consideraciones previas al muestreo. Indicadores biológicos en ríos. Tipos de medidas. Ventajas y desventajas de las diferentes medidas. El indicador ideal. Organismos usados como bioindicadores, ventajas e inconvenientes.

#### Bloque 3. Aspectos metodológicos (I).

La importancia de los métodos estadísticos en el tratamiento de los datos. Métodos estadísticos comúnmente utilizados en los programas de bioevaluación. Métodos univariantes y multivariantes (clasificación y ordenación). Programas estadísticos que computan estos análisis.

#### Bloque 4.

Métodos de agregación de la información: índices bióticos, índices de diversidad e índices comparativos. El índice de los saprobios. El índice de Integridad Biológica (IBI). Uso de



macroinvertebrados como bioindicadores. Problemática y métodos usados. Medidas funcionales. El nivel taxonómico requerido. Protocolos rápidos de bioevaluación (RBP). Uso de índices bióticos en grandes ríos. Nivel taxonómico requerido. Uso a lo largo del tiempo. La importancia del sustrato, uso de sustratos artificiales. Índices aditivos. El BMWP y versiones para diferentes países (IBMWP, SIGNAL,).

#### Bloque 5

Las riberas, un elemento clave de la calidad del río y su integridad biológica. QBR un índice de evaluación rápida de la calidad de las riberas. De la escala local a la cuenca. Importancia del hábitat fluvial. Índice de evaluación del hábitat fluvial (IHF).

#### Bloque 6 Aspectos metodológicos (II).

Establecimiento de una base de datos. Aspectos fisiográficos, fisicoquímicos y biológicos. Uso de las bases de datos. Cálculo de los índices.

#### Bloque 7

Comparación entre diferentes índices biológicos y relación con índices fisicoquímicos. Efectos de algunos factores ambientales. El problema del caudal.

Métodos de muestreo en ríos (preparación para la salida de campo)

#### Bloque 8

El estado ecológico de los ríos. La propuesta de directiva europea marco. Ecorregiones. Métodos para establecer ecotipos dentro de una cuenca hidrográfica. Uso del sistema A y del sistema B de la DMA. Ejemplos de tipologías en diferentes zonas.

#### Bloque 9.

Condiciones de referencia. La importancia de las condiciones de referencia. Como establecer condiciones de referencia. Uso de las características de la cuenca. Validación. Uso de las comunidades para establecer las referencias. Objetivos de calidad biológica en función del ecotipo de referencia. Aplicación a macroinvertebrados. Ejemplos.

#### Bloque 10.

Trabajo en grupo. Análisis de las muestras recolectadas. Cálculo de los índices biológicos e hidromorfológicos.

#### Bloque 11.

Comparación de índices y relación con los factores ambientales. Uso de métodos multivariantes para el establecimiento de comunidades y su relación con los índices bióticos. Métodos predictivos, RIVPACS.

#### Bloque 12.

Establecimiento de protocolos. El protocolo GUADALMED  
El sistema ECOSTRIMED para establecer el estado ecológico de un río.

Trabajo grupal: Interpretación de los resultados. Presentación de trabajos.

**6. Número de horas curso : 48**

**7. Numero de participantes: máximo 20**

**8. Valor de la matricula**

- **Alumno en general \$ 100.000**
- **Alumnos socios Sociedad de Limnología de Chile \$ 80.000**
- **Alumnos Becados \$ 40.000**

**9. Lugar realización curso :**

Universidad Católica de Temuco  
Escuela de ciencias Ambientales  
Montt 056, Temuco

**10. Organiza:** Universidad Católica de Temuco y Servicio Agrícola y Ganadero, IX Región.

**Auspician :** Fondo para la Innovación Agraria (FIA) – Equilab Ltda.

**Patrocina :** Sociedad de Limnología de Chile

**11. Informaciones dirigirse a:**

- **Dr. Francisco Encina-Montoya**  
Escuela de Ciencias Ambientales  
Facultad de Ciencias  
Universidad Católica de Temuco  
Montt 056 Temuco  
web: [www.uct.cl](http://www.uct.cl)  
e-mail: [fencina@uct.cl](mailto:fencina@uct.cl)  
Fono Of. 56-45-205446 Fono Secret. 56-45-205431  
Fax: 56-45-205430

- **MSc Rodrigo Palma Troncoso**  
Protección de Recursos Naturales  
Servicio Agrícola y Ganadero, IX Región  
Bilbao 931 3er Piso, Temuco.  
Fono/ Fax : 45-271846  
e-mail: [rodrigo.palma@sag.gob.cl](mailto:rodrigo.palma@sag.gob.cl)



## **INTRODUCCIÓN.**

El concepto de bioindicador y su uso para evaluar la calidad de las aguas es un tema clásico en Ecología. Muchos sistemas han sido elaborados y repetidas veces se ha justificado el porqué del uso de bioindicadores para evaluar la calidad de las aguas.

El objetivo de este curso es hacer un repaso al concepto de bioindicador y su uso en los ríos con especial atención hacia el protocolo Guadalmed que se usa en los ríos mediterráneos españoles. ([www.guadalmed.org](http://www.guadalmed.org)). Se presupone que los que van a recibir este curso tienen ya conocimientos suficientes de limnología, incluyendo nociones de taxonomía de los grupos mas importantes que viven en los ríos y muy especialmente de los macroinvertebrados. Asimismo una base sobre lo que es la contaminación de las aguas y los parámetros que la caracterizan es necesaria para seguirlo correctamente.

## **BIOINDICADORES PARA QUE?**

La primera pregunta que debemos responder es cual es el objetivo del uso de bioindicadores para evaluar la calidad de las aguas. Sin fijar el objetivo poco podremos hacer en las fases sucesivas de diseño de metodologías de muestreo o elección del indicador que mas nos interese. El primer problema que se plantea es fijar de forma clara cual es el objetivo del estudio, ya que según el objetivo habrá que seleccionar el biocriterio mas correcto..

## **QUE ES LA CALIDAD DEL AGUA?**

La calidad es un concepto relativo que depende del uso que va a tener el agua o el sistema que nosotros queremos evaluar. Dependiendo de si el agua se va a usar para beber, irrigar campos, transportar mercancías, favorecer la vida de los peces o mantener el ecosistema con todas sus características funcionales, el sistema de evaluación de la calidad será diferente.

De forma general la calidad ha sido definida considerando tres aspectos:

- 1 - Las concentraciones, especies y tipos de sustancias orgánicas e inorgánicas presentes en el agua.
- 2 - La composición y estado de la biota acuática.
- 3 - Los cambios temporales y espaciales que se producen debidos a los factores intrínsecos y externos al sistema acuático de estudio.

Esta definición amplia solo tiene sentido cuando queremos evaluar la calidad ecosistémica del medio, lo que significa que el objetivo será mantener todo el ecosistema de estudio con sus componentes y su funcionalidad.

## **LA EVALUACION DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS**

La evaluación de la calidad de las aguas es pues un proceso relativamente complicado en la que habría que distinguir varios niveles de complejidad y de precisión que se requieren para cada estudio.

Así el objetivo puede ser simple (por ejemplo evaluar la calidad del agua para beber) o múltiple (cuando se requiera el agua para varios usos). En función de este objetivo las acciones a realizar pueden ser muy diferentes.

La medida puntual de calidad (muestreo, control) no es lo mismo que la evaluación de la calidad. Por ello es importante realizar algunas precisiones sobre las términos que se va a usar, que además en su traducción al castellano pueden provocar confusiones ya que hay en inglés se distingue entre diferentes maneras de evaluación: "survey", "surveillance", "monitoring" y "assessment" no son términos que signifiquen lo mismo y sin embargo su traducción al castellano ha sido poco rigurosa.

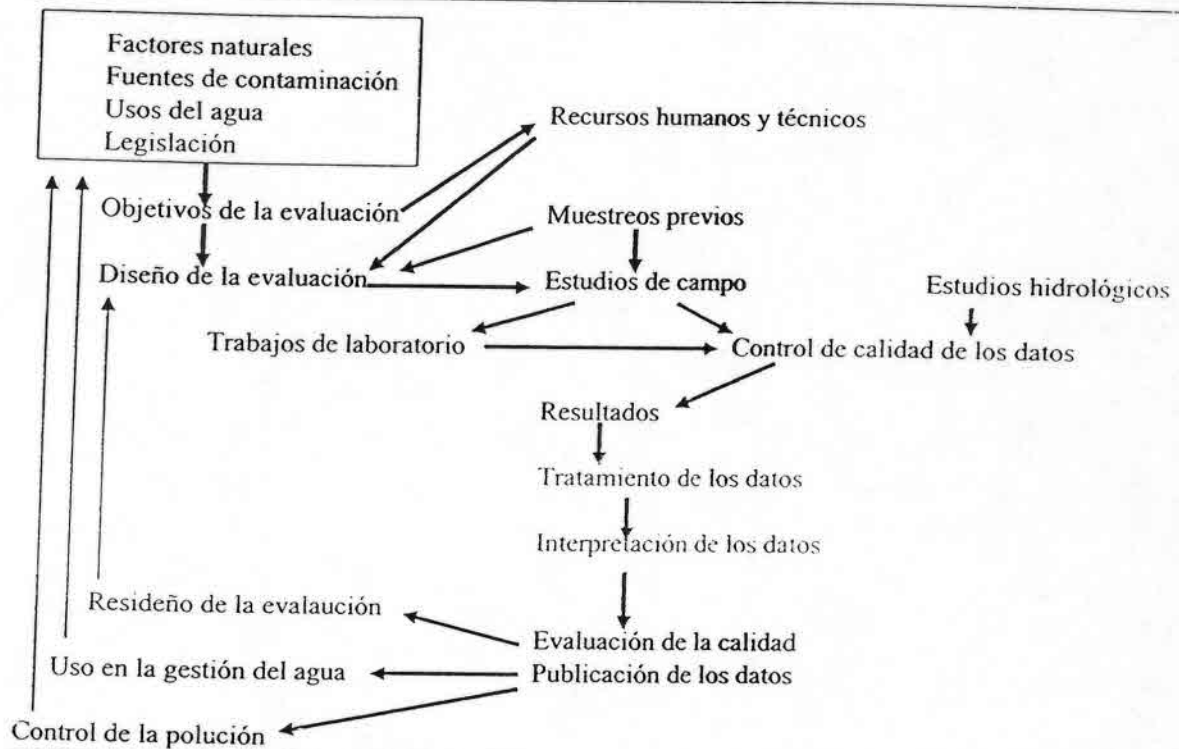
Así la medida de la calidad del agua puede ser puntual ("survey", un muestreo) o formar parte de un seguimiento o vigilancia ambiental ("surveillance") que se repite de forma regular en el tiempo. Cuando además se estandariza un sistema de muestreo mediante un protocolo muy bien establecido para

ver tendencias en la evolución de los diferentes parámetros hablamos de control ("monitoring") también traducido bastante libremente como monitoreo.

La evaluación de la calidad del agua ("assessment") supondría un paso mas que requiere que el diseño del protocolo tenga un sistema de revisión periódica y de contraste con otros protocolos. Idealmente un sistema de evaluación de la calidad de las aguas debe contemplar:

- 1 - Seleccionar el medio apropiado para muestrear.
- 2 - Determinar la variabilidad de los parámetros a medir con un estudio preliminar
- 3 - Integrar la evaluación hidrológica junto a la de calidad de las aguas.
- 4 - Ser lo suficientemente flexible para poderse revisar de forma periódica.

Los elementos que requiere un programa completo de evaluación ambiental de la calidad el agua se esquematizan en el cuadro siguiente:



## QUE PARAMETROS UTILIZAR?

Una de las decisiones mas importantes es definir **cuales serán** los parámetros que vamos a utilizar en la evaluación de la calidad de las aguas. Estos se pueden agrupar en:

- El agua, su composición física y química.
- La materia orgánica (en suspensión o bentónica)
- Los organismos de diferentes formas
  - Análisis de tejidos
  - Bioensayos
  - Determinaciones fisiológicas
  - Estudios ecológicos (que incluyen los índices bióticos).

Las ventajas e inconvenientes de los diferentes tipos de parámetros se resumen en la tabla adjunta

Características	AGUA	MOS	MOB	Tejidos	Biotest	Fisiol.	Ecolog.
TIPO DE ANALISIS	Físico						
	Químico						
				Biológico			
Intercomparación	Global			Depende	Global	Local o	Regional
Especificidad	Alta				Integrada		
Cuantificación	Facil Concent.	Cargas	Concentr. solo	Cuantitat	Semi- cuantitati	Relativo	
Sensibilidad baja contaminación	Poca	Alta			Variable	Media	Variable
Información temporal	Instant.	Baja	Largo periodo	Un mes a 1 año	Instant. Continuo	Medio o Largo	Medio o Largo
Conservación muestra	Baja	Alta	Alta	Alta	Muy baja		Alta
Tiempo de trabajo minimo	Instant. a dias	dias	dias a semanas	Dias	Dias a meses	Semanas o meses	Dias a semanas

Las diferencias entre el uso de parámetros químicos y biológicos se pueden resumir en:

### EVALUACION QUÍMICA

#### VENTAJAS

Cambios temporales detallados  
Determinación precisa de los contaminantes  
Se pueden saber los flujos de cont.  
Uso en aguas subterráneas  
Fácil estandarización

#### INCONVENIENTES

Límite de detección de microcontaminantes  
Sin posibilidad de integración temporal (excepto en cores)  
Posible contaminación de las muestras  
Coste elevado  
Usos en continuo de gran coste

### EVALUACION BIOLÓGICA

Integración espacial y temporal  
Respuesta a contaminación crónica  
Respuesta a contaminación puntual  
Posible estudiar bioacumulación  
Estudios en tiempo real (bioensayos)  
Medida de la degradación del habitat

Sensibilidad temporal baja  
Dificultades de cuantificación  
Dificultades de estandarización  
Sin validez para estudios de flujos  
Dificultad para utilizar en aguas subt.

Las ventajas de la utilización de los índices biológicos se centran especialmente en la integración que se produce cuando se usan adecuadamente y su relativo bajo coste. Por otra parte, los problemas de estandarización de índices biológicos son difíciles de solucionar.

## INDICADORES BIOLÓGICOS.

Los organismos tienen, pues, una cierta tolerancia a las diferentes condiciones del medio acuático y a través de ellos podemos calificar los cuerpos de agua por grados de calidad. El estudio de todo el ecosistema es complejo y por ello en los diferentes estudios hay que limitarse a algún grupo de organismos o alguno de los parámetros biológicos anteriormente enunciado

De manera sencilla las medidas que se pueden proponer con base biológica son:

- 1 - Medidas de tipo bioquímico y fisiológico, como el contenido en ATP, la actividad de diversos enzimas o los cambios en la respiración. Son medidas de tipo indirecto.
- 2 - El análisis de tejidos. Útil para la determinación de metales pesados, pesticidas etc.. Estudios a nivel embriológico por ejemplo.
- 3 - Bioacumulación. Estudios de bioacumulación de organismos capturados en el campo (evaluación pasiva) o expuestos deliberadamente al ambiente (evaluación activa)
- 4 - Los test de toxicidad o bioensayos, que pueden ser uniespecíficos o multiespecíficos. Se pueden determinar desde las concentraciones letales o subletales para un determinado contaminante hasta índices mas complejos. Los test se pueden realizar en el laboratorio o en el campo directamente en los efluentes (test dinámicos o continuos)
- 5 - Métodos ecológicos. Indicadores a nivel de ecosistema, los mas conocidos serian los índices bióticos. También pueden obtenerse datos de estudios con microecosistemas tanto los situados en el medio (sustratos artificiales) como los resultados del estudio de sistemas en el laboratorio (microecosistemas) como los ríos artificiales.

Las ventajas y desventajas de los diferentes métodos se indican a continuación

	Organismos usados	Usos	Tipos de polución indicados	Ventajas	Inconvenientes
Especies Indicadoras	Invertebrados Macrófitos Algas	Impactos Punt. Tendencias Básicos	M.O. Eutrofiz. Acidificación	Simples Baratos No equipos	Taxonomía Uso local Cambio natural
Estudios comunidades	Invertebrados	Evaluación Tendencias Impactos	M.O. Eutrofiz. Tóxicos	Simples Baratos No equipos	Uso local Cambio natural
Métodos microbio lógicos	Bacterias	Impactos Vigilancia	Salud M.O.	Baratos Equip. simpl Salud	Resultados positivos falsos (Transp.)
Fisiol. Bioquímicos	Invertebrados Algas Peces	Impactos Advertencia	M.O. Eutrofización Tóxicos	Sensitivos Medidas en continuo	Técnicas y conocimientos complejos
Bioensayo Test toxicidad	Invertebrados Peces	Vigilancia Advertencia Impactos	Tóxicos Pesticidas M.O.	Rápidos Simples Continuos	Laboratorio diferente campo
Análisis químicos organis.	Peces Moluscos Plantas	Impactos Tendencias	Tóxicos Pesticidas Salud	Salud	Caros, Equipos complejos
Histología Morfología	Peces Invert.	Impactos Advertencia Básicos	Tóxicos Pesticidas M.O.	Sensibles	Complejidad

## EL INDICADOR IDEAL

Los indicadores ecológicos són aquellos que se usan de forma común en los estudios de campo. Para ello la elección inicial del grupo indicador condiciona muchos aspectos (desde la metodología hasta la relevancia de los resultados).

Las características del grupo indicador deberían darnos el perfil del indicador ideal que debería incluir:

- Facilidad de identificación taxonómica
- Facilidad de Muestreo
- Distribución amplia
- Que exista una buena información autoecológica
- Que sea sedentario
- Abundante
- De vida larga
- De tamaño grande
- Que tengamos una buena información autoecológica
- Que se pueda cultivar en laboratorio
- Que sea poco variable genéticamente
- Que su papel en la comunidad sea poco variable (ocupe siempre el mismo nivel trófico)

Con este perfil no existe ningún indicador ambiental que reúna todas las condiciones y por ello debemos buscar entre los muchos organismos aquel grupo o grupos que reúnan la mayoría de las cualidades que aquí hemos enumerado. En la tabla siguiente se expresa una valoración de los diferentes grupos según su mayor (3) o menor (1) adecuación a las características del indicador ambiental. Se indica también el porcentaje de uso de los diferentes grupos en los trabajos publicados sobre el tema.

	Bact.	Protoz.	Algas	Macroinv.	Macrofit.	Peces
Taxonomía	2	1	1	3	3	3
Muestreo	2	2	2	2	3	1
Distribución	3	3	3	2	2	1
Autoecología	1	1	2	2	2	2
Int. Económico	2	1	1	1	2	2
Bioacumulación	1	1	1	2	2	3
Laboratorio	2	1	2	2	2	1
Genética	1	1	2	2	2	1
Nivel trófico	1	1	1	3	1	2
Sedentariedad	1	1	2	2	3	1
Abundancia	2	2	3	3	1	1
Ciclo de vida	1	1	1	2	2	2
Tamaño	1	1	1	3	3	3
Deriva	1	1	2	2	3	1
% uso	15	17	25	26	5	6

A lo largo de la historia se han utilizado los diferentes grupos según las preferencias de cada investigador. Uno de los mas usados son los macroinvertebrados (animales de mas de 1mm de tamaño) por la menor complejidad taxonómica y la facilidad de su recolección.



## ANEXO 1:

### CALIDAD DE AGUA Y CONTAMINACIÓN

La contaminación en cualquier ecosistema no es mas que un estrés ambiental provocado por algun factor externo. El estrés ambiental puede ser debido en algunos casos a factores naturales (una inundación) aunque este caso no se considera dentro del concepto de contaminación. Se considera, normalmente, como contaminación cualquier vertido de sustancias o energia al medio ambiente por parte del hombre en cantidades que perjudican su salud o destruyen los recursos.

Las fuentes de contaminación se pueden clasificar en cuatro grupos:

Fuentes atmosféricas, que pueden provenir de focos muy lejanos.

Vertidos puntuales, como los colectores urbanos o industriales

Fuentes difusas (agricultura, navegación, puertos, dragados).

Mixtas, a la vez difusas y puntuales (vertederos urbanos y industriales, escorrentia urbana)

### TIPOS PRINCIPALES DE CONTAMINACION QUE AFECTAN LAS COMUNIDADES DE ORGANISMOS.

De forma simple se podrian agrupar en cuatro tipos:.

Los cambios físicos (o condiciones de contorno), son aquellos que destruyen el habitat de muchas especies (como la presencia importante de sólidos en suspensión) o tienen un efecto importante de forma directa o indirecta en la fisiología del organismo (como la temperatura o el pH). Estos cambios físicos producen efectos generales sobre toda la comunidad y dan idea del ambiente global en el que viven los organismos.

Los materiales orgánicos, muy abundantes en los vertidos urbanos, producen una disminución del contenido de oxígeno en el agua, aumentan el amonio (que es un tóxico importante) y potencian los efectos de otros tóxicos. El oxígeno disuelto es un factor clave y a concentraciones menores de 5 ppm hay muchos animales que desaparecen del agua. El parámetro que suele ser mas representativo (además del oxígeno disuelto) de las condiciones de un effluente por lo que respecta a su contenido en materiales oxidables es la DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno), muy usada en los estudios y normativas de contaminación. Un agua natural no debería tener una D.B.O. mayor de 10 ppm.

La eutrofización, que supone un incremento de los nutrientes presentes en el agua y por ello puede provocar un crecimiento algal excesivo. La eutrofización puede dar lugar a cambios importantes en la composición de las comunidades de los diferentes ecosistemas y a la vez a una degradación de la calidad del agua para los usos humanos por la presencia en ella de diferentes compuestos (manganeso, amonio...) que pueden ser incluso tóxicos.

Los tóxicos son todos aquellos materiales que pueden producir un efecto fisiológico importante en una o mas especies animales o vegetales que originen su muerte o su incapacidad para reproducirse o competir con otras especies. Los metales, pesticidas, herbicidas, fenoles y cianuros, entre otros, entran en esta definición. Para cualquier tóxico hay que distinguir entre lo que seria la toxicidad aguda (muerte del organismo) con respecto a la toxicidad subaguda o crónica, es decir que el animal no se muere pero queda afectada su reproducción, el crecimiento o la supervivencia de los huevos. La medida de la toxicidad suele referirse a ensayos de laboratorio donde se detecta la mortalidad de los efectivos al cabo de un cierto tiempo, por ejemplo la 48 LC50 (Dosis letal que produce la muerte del 50% de los individuos en 48 horas). De mas interés es la NOEC ("Non observable effect concentration"), es decir la dosis a la cual no se observa ningún efecto de ningún tipo sobre el organismo. Mas interesante seria conocer la dosis mínima que afecta al ecosistema, es decir la dosis que no influye no tan solo en una especie sino tampoco en sus relaciones con otras especies (competencia, depredación).

**CONTAMINACION:**

1 - Estrés ambiental provocado por la presencia de condiciones (una sequia por ejemplo) o sustancias (sales, tóxicos) que perjudican el funcionamiento de un ecosistema. Puede ser natural o provocada por el hombre.

2 - Vertido de sustancias o energia al medio ambiente por parte del hombre en cantidades que perjudican su salud o destruyen los recursos.

CONDICIONES	PARAMETROS UTILIZADOS	EFECTO ECOSISTEMAS	AFECTACION USOS
<u>DE CONTORNO</u>	TEMPERATURA pH SOLIDOS SALES	DISMINUCION DIVERSIDAD I FUNCIONALIDAD	REFRIGERACION DEPURACION POTABILIZACION RECREATIVOS
<u>MATERIALES ORGANICOS</u>	OXIGENO DISUELTO DBO	SISTEMA SAPROBIOS	POTABILIZACION RECREATIVOS
<u>EXCESO NUTRIENTES</u>	FOSFORO NITROGENO	EUTROFIZACION	POTABILIZACION RECREATIVOS
<u>TOXICOS</u>	METALES PESTICIDAS RADIOACTIVIDAD	DESAP. ESPECIES BIOACUMULACION GENOTOXICIDAD	POTABILIZACION DEPURACION RECREATIVOS

## BIBLIOGRAFIA INDICES BIOLOGICOS

### LIBROS

- ADAMS M.S. (ed.) 2002. Biological indicators of aquatic ecosystem stress. American Fisheries Society. 656 pages.
- BAILEY, R.C.; NORRIS, R.H. & REYNOLDSON, T.B. 2004. Bioassessment of Freshwater Ecosystems. Using the reference condition approach. Kluwer Academic Publishers. 170 pp.
- BOON, P.J., CALOW, P. i PETTS G.E. (eds), 1993. River conservation and management. (2nd. ed.) John Wiley i Sons Ltd.
- CHAPMAN, D. (ed.) 1996. Water Quality Assessments. A guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring. Chapman & Hall, 626 pp.
- GERHARDT, A. 2000. Biomonitoring of polluted water. Trans Tech Publications Ltd, Switzerland.
- HELAWELL, J. 1986. Biological indicators of freshwater pollution and environment management. Elsevier. 546 pp.
- ILLIES, J. & BOTOSANEANU, L. 1963. Problèmes et méthodes de la classification et de la zonation écologique des eaux courantes, considérées surtout du point de vue faunistique. Communications de l'Association internationale de Limnologie Théorique et appliquée. N° 12: 57 pp.
- KNOBEN, R. A. E.; ROOS, C. & VAN OIRSCHOT, M. C. M. 1995. Biological assessment methods for watercourses. UN/ECE Task Force on Monitoring & Assessment 3: 86 pp.
- LOEB, S.L. & SPACIE, A. 1993. Biological monitoring of aquatic systems. Lewis Publishers. 381 pp.
- NEWMAN, P.J.; PIAVAUX, M.A. i SWEETING, R.A. (eds.) 1992. River Water Quality. Ecological Assessment and control. Brussels, 753 pp.
- ROSENBERG, D.M. & RESH, V.H. (eds.) (1992) Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. chapman & Hall. 488 pp.
- SALANKI, J.; JEFFREY, D. & HUGHES, G.M. (eds.) 1994. Biological Monitoring of the Environment. A Manual of Methods. CAB International i IUBS, 167 pp.
- SIMON, T.P. (ed.) 2002. Biological Response Signatures CRC press.
- WALLEY, J.W. & JUDD, S. (eds.) 1993. Proceedings of the Freshwater European Symposium on River Water Quality Monitoring and Control. Birmingham, 251 pp.
- WRIGHT, J. F.; SUTCLIFFE, D. W. & FURSE, M. T. (eds.). 2000. Assessing the biological quality of fresh waters. RIVPACS and other techniques. Freshwater Biological Association. 366 pp.



# **BIOINDICADORES DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS EN RÍOS:**

Herramienta de gestión para el sector agropecuario

**Narcís Prat  
Núria Bonada**

Temuco, Chile, Enero 2005.

## **Objetivos del curso**

- **Introducción general a los temas de bioindicación**
- **Curso práctico de utilización de bioindicadores acuáticos, especialmente macroinvertebrados**
- **El concepto de estado ecológico**
- **Uso de algunos protocolos para la calificación del estado ecológico de las aguas**

## Bibliografía y algunas webs de interés

### BIBLIOGRAFIA:

Un Cd con las publicaciones mas recientes en pdf

#### Generales:

<http://www.epa.gov/bioindicators/>

<http://www.ub.es/ecologia/mediambiente/>

<http://www.epa.gov/owow/monitoring/bioassess.html>

<http://www.rnde.tm.fr/francais/sv/bnde/sybn0017.htm>

#### Aguas continentales:

<http://www.guadalmed.org/>

<http://fame.boku.ac.at/>

<http://www.eu-star.at/>

<http://www.aqem.de/>

<http://mediambiente.gencat.net/aca/ca/home/inici.jsp>

<http://www.diba.es/mediambiente/quri.asp>

#### Directiva Marco

[http://europa.eu.int/comm/environment/water/water-framework/index\\_en.html](http://europa.eu.int/comm/environment/water/water-framework/index_en.html)

<http://forum.europa.eu.int/Public/irc/env/wfd/home>

## PRÁCTICAS y EVALUACIÓN

- Salida de campo
- Utilización de diferentes protocolos de muestreo
- Trabajo de laboratorio
- Redacción de un trabajo
- Presentación del trabajo ante los otros alumnos.

## Contaminación

- Estrés ambiental provocado por la presencia de condiciones (una sequia por ejemplo) o sustancias (sales, tóxicos) que perjudican el funcionamiento de los ecosistemas.
- Vertido de sustancias o energía al medio ambiente por parte del hombre en cantidades que perjudiquen su salud o destruyan los recursos.

## Respuestas

- La respuesta de los organismos depende del parámetro, en muchos casos se responde según un óptimo, en otros está relacionado con un cierto grado de tolerancia y en otros con la capacidad de rendimiento máximo





### Contaminación: Parámetros generales

	VALORES ÓPTIMOS	EFFECTOS ECOSISTEMAS	FUENTES
TEMPERATURA	$< 30\text{ }^{\circ}\text{C}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incremento tasa metabólica</li> <li>- Potenciación tóxicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Deforestación</li> <li>- Refrigeración</li> <li>- Embalses</li> </ul>
pH	6 - 8	Acidificación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lluvia ácida</li> <li>- Minas</li> <li>- Industria</li> </ul>
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	$< 50\text{ mg/l}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Poca penetración luz</li> <li>- Mecánicos</li> <li>- Colmatación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Deforestación</li> <li>- Minas</li> <li>- Obras públicas</li> <li>- Graveras</li> <li>- Agricultura industrial</li> </ul>
SALES	$< 1\text{ }‰$	Presión osmótica interna	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Minas de sal</li> <li>- Descalcificadores</li> </ul>

## Materia orgánica y oxígeno

1 ppm  $\approx$  1 mg/Kg; 1 Kg=1l; 1mg/l agua  $\approx$  1 ppm

	VALORES OPTIMOS (mg/l)	EFFECTOS ECOSISTEMAS	FUENTES
O <sub>2</sub>	>5	- Baja oxígeno	- Hojas árboles
DBO	<5	- Incremento DBO	- Urbanas
DQO	< 30	- Tensoactivos - Potenciación tóxicos - Eutrofización	- Industriales (alimentación) - Purines

1 hab-equivalente = 65 gr. DBO/día

## Oxígeno y materia orgánica

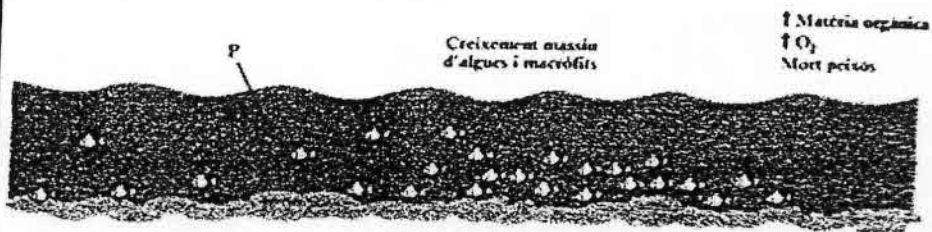
- D.B.O: Lo que pueden degradar las bacterias (DBO<sub>5</sub>). Estandarizado a 20 °C. Atención a inhibidores. Metodología
- D.Q.O.: Oxidación muestra (permanganato, dicromato). No se oxidan: amonio, benzeno piridina. DQO >> DBO
- Población equivalente: DBO total/65 gr día persona
- T.O.C. Carbón orgánico total. Oxidación, todo el carbono a anhídrido carbónico. (atención a carboni inorgánico).
- Ejemplos p.e.
  - 1 buey 70-200 hab-eq; 1 Tm de papel. 200-1000; 1Tm de celulosa 4000-6000

## Nutrientes

	VALORS ÓPTIMOS (mg/l)	EFFECTOS ECOSISTEMOS	FUENTES
P- Fósforo	>0,02	-Eutrofització - Crecimiento excesivo algas	- Urbanas - Industriales - Detergentes
N- Nitrógeno	< 10	-Anoxia	- Purines - Difuses

2 gramos de P/persona día  
10 gramos de N/persona día

## Efectes de l'eutròfia en els rius



## Tóxicos y microcontaminantes

	VALORES ÓPTIMOS	EFFECTOS ECOSISTEMAS	FUENTES
Metales	Valores inferiores a ug/l	- Letales	- Industriales
Pesticidas		- Sub-letales	- Pasivos
Microcont. orgánicos		- Bioacumulación	(recubrimientos)
Disolventes		- Eliminar competencia	- Control de plagas
		- Eliminar depredadores	- Difusos
		- Herbicidas	

## Tóxicos

- Amonio:  $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$
- Especialmente para vertebrados
- Criterios protección peces: 0,02 ppm (EPA) de amonio libre
- Dependencia del pH
- A pH 9 i 20°C, 0,07 ppm de amonio ya producen el valor de 0,02 de amoníaco
- A pH 7 y la misma temperatura se necesitan 3,5 ppm de amonio para llegar a la misma concentración de amoníaco

# Toxicidad

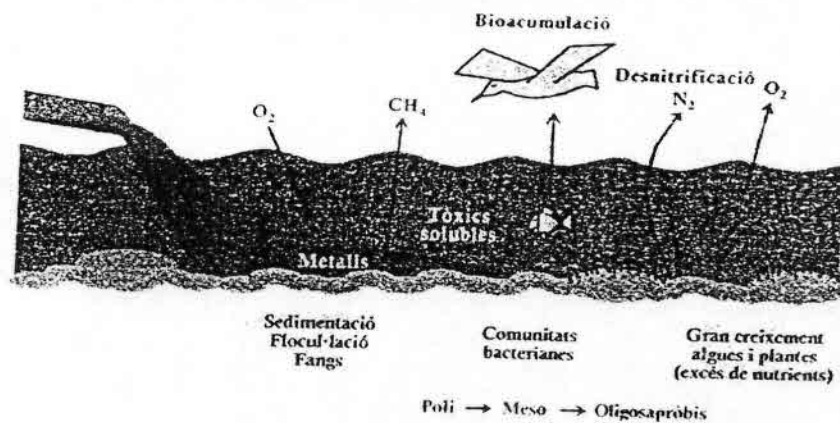
- Depende de muchas cosas,
- Factores externos: temperatura, dureza del agua, pH, acciones sinérgicas de otros tóxicos.
- Factores internos:
  - Peso organismo
  - Mecanismos de regulación (detoxificación)
  - Lipofilia del compuesto (Coeficient de **partició**)
  - Capacidad de metabolizació

Factor de concentració  $FC = (ORG)/(DIETA)$

Factor de acumulació  $FA = (ORG)/MEDI$

FA aumenta a lo largo de la red trófica

## Autodepuración





<b>Parámetro</b>	<b>Dom.</b>	<b>Mixta</b>	<b>Dep. biológ.</b>	<b>Dep. FQ</b>	<b>Río limpio</b>
<b>DBO</b>	200	325	25	150	5
<b>DQO</b>	500	750	100	300	30
<b>Amonio</b>	25	50	5	40	0,5
<b>Fosfatos</b>	10	10	2	2	0,1
<b>Sólidos en suspensión</b>	250	360	20	40	5

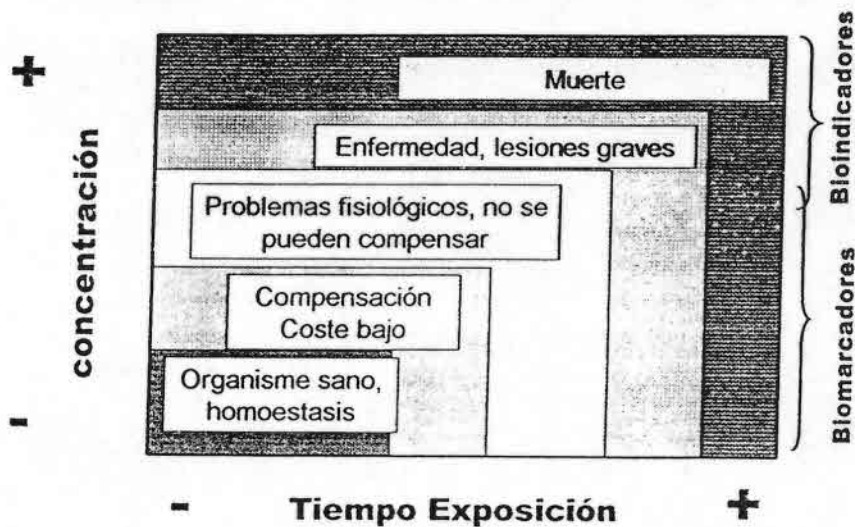
## Biomarcadores vs Bioindicadores

Nivel funcional	SO,OR	P,C,E
Indicadores de	Exposición	Efectos
Sensibilidad a estresantes	Alta	Baja
Causa-Relación	Alta	Baja
Variabilidad de la respuesta	Alta	Baja-Moderada
Especificidad a los estresantes	Alta	Baja
Respuesta temporal	Corto término	Medio-largo término
Relevancia ecológica	Baja	Alta
Uso como	Biomarcadores	Medidas ecológicas

## Biomarcadores: tipos de medidas

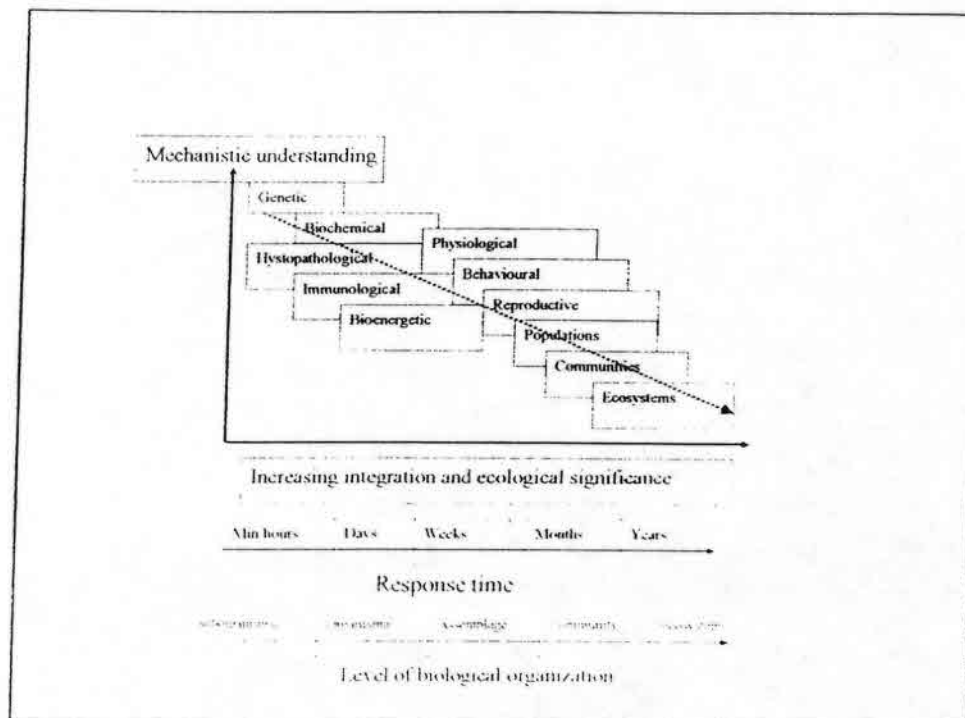
Nivel estudio	Aproximación	Ejemplo
OR	Bioensayo	DL50, EC50, Bioacumulación
SO	Análisis bioquímicas	CYP1A
SO	Marcadores moleculares, DNA	Alteración DNA
SO	Fisiología	Factores condición, HCD, HAI
SO	Genética	Alloenzimas, Microsatélites
SO	Resposta inmunológica	ELISA
SO	Histopatología	Neoplasmas
OR,P	Anormalidades morfológicas	Asimetría fluctuante
OR,P	Medidas comportamiento	Actividad nadadora
OR,P	Bionergética	Crecimiento, Reproducción

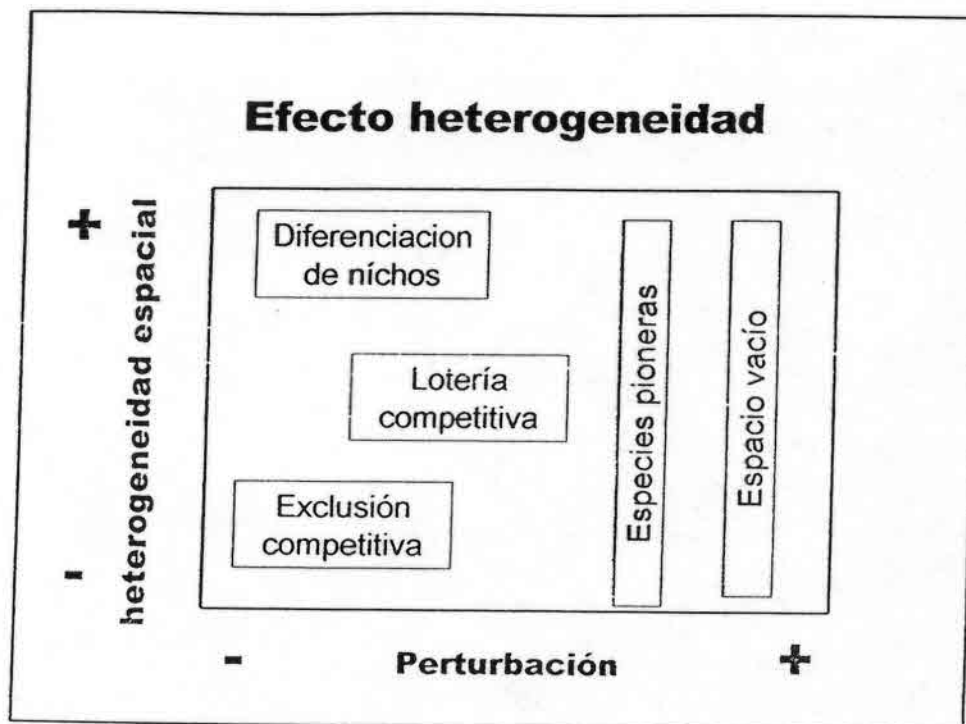
## Indicadores, dosis, concentración



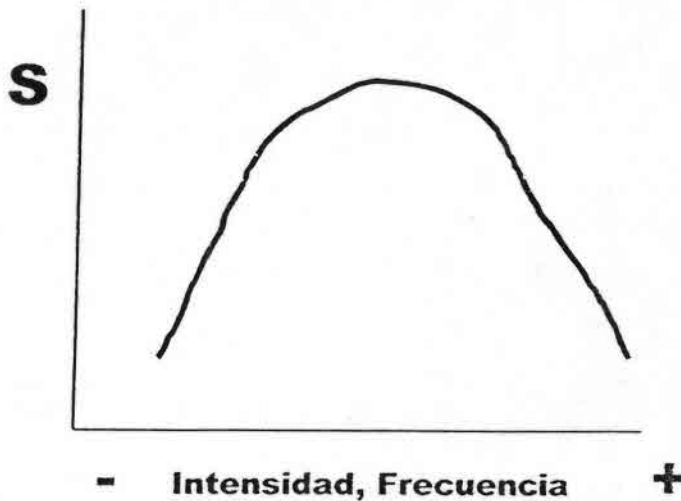
## Biomarcadores

- Medidas funcionales de exposición al estrés ambiental que normalmente se expresan a niveles de organización biológica inferiores al de organismo (Adams 2002)
- Una variación xenobiótica en componentes o procesos, estructuras o funciones celulares o bioquímicas que se pueden medir en un sistema biológico o una muestra (NRC, 1987)





### **Perturbación intermedia**



### **Efectos de una perturbación intensa o frecuente**

**Incremento Respiración.  $P/R < 1$**

**Exportación M.O.**

**Aceleración Ciclo Nutrientes**

**Baja Eficiencia en uso Recursos**

**favorecer estrategia de la r**

**Organismos mas pequeños**

**Disminución vida media**

**Redces tróficas mas cortas**

**Disminución Biodiversidad**

**Regresión del proceso de sucesión ecológica**

## Indicadores de calidad

- El indicador a usar depende siempre del objetivo

M.Poch. Las calidades del agua. Rubes edit.

	Estado ecológico	Pesquerías	Fuente de agua potable	Baño	Riego
<b>Variables generales</b>					
Temperatura	***	***		*	
pH	**		**	**	
Oxígeno			**	**	
Sólidos en suspensión	***	***	**	***	
Turbidez/opacidad	*	**	**	**	
Productividad	**	*	*	*	*
Sólidos disueltos totales		*	*	*	*
Ca	***	***	*	*	*
Calcio cloruro	***	***	*	*	*
Magnesio		**	**	*	*
Cloruro	*	**	**	*	*
<b>Nutrientes</b>					
Amonio	*	***			
Nitrato	**	*	***		
Fosfato	**				
Ácido nítrico					
Ca	**	*	*	*	*
Ca	***	***	*	*	*
<b>Ítems principales</b>					
Alcalinidad	*		*		***
Carbono	*				*
Cloruro	*		*		***
Sulfato	*		*		***
<b>Elementos traza</b>					
Metales pesados		**	***	*	*
Amplios y volátiles		**	**	*	*
<b>Contaminantes orgánicos</b>					
Alcornoque		*	**	*	*
Pesticidas		**	**	*	*
Residuos		*	*	*	*
<b>Indicadores microbiológicos</b>					
Coliformes			***	***	***
Coliformes fecales			***	***	***
Enterococos			***	***	***

## Los indicadores en la teoría ecológica

- El estudio de los indicadores se enmarca dentro de la teoría de las perturbaciones
- Es muy importante tener en cuenta los diferentes niveles de organización (suborganismo hasta ecosistema)

## **Indicadores y conceptos relacionados**

- **Indicador de calidad**
- **Integridad biológica**
- **Integridad ecológica**
- **Salud de los ecosistemas**
- **Estado ecológico**

## **Tipos de indicadores de calidad**

- **Muchas clasificaciones**
- **Fisicoquímicos vs. Biológicos**
- **Ecológicos**
- **Sostenibilidad (incluye aspectos económicos y sociales)**
- **Combinados**



## **Bioindicadores y calidad del agua**

- 1 – Discutir el concepto de calidad del agua**
- 2 – Introducir el concepto de indicador**
- 3 – Los indicadores en la teoría ecológica**

## **Las calidades del agua**

- Calidad del agua es siempre un término subjetivo.**
- Depende del objetivo (agua para beber, para regar, objetivos ecológicos)**

## **Evaluación Calidad Agua**

- 1 - Describir de forma detallada el proceso de evaluación de la calidad del agua**
- 2 - Tipos de indicadores y ventajas y desventajas de cada uno de ellos**

**Evaluación de la calidad del agua**

- **El proceso global de evaluación de la naturaleza física, química y biológica del agua.**

## **Evaluación calidad agua**

**Primero recordar que es muy importante definir el objetivo: para que queremos evaluar la calidad del agua?**

**Según el objetivo el programa que deberemos establecer será muy diferente.**

**Es necesario distinguir la medida de la calidad de la evaluación que son dos conceptos diferentes, a pesar de que normalmente no es fácil diferenciar-los**

## **La medida de la calidad**

**La medida de la calidad del agua es aquel conjunto de observaciones ambientales destinadas a proporcionar una valoración de la calidad de agua de acuerdo con el objectiu que teníamos fijado.**

**La evaluación se diferencia de la medida en que además de las observaciones de los diferentes parámetros hay un proceso de retroalimentación que puede estar redefiniéndonos constantemente los objetivos de nuestro trabajo**

### **Distinguir entre:**

- **medida puntual (survey):** No hay un seguimiento en el tiempo
- **Vigilancia ambiental (surveillance):** La medida se repite en el tiempo pero no necesariamente siguiendo un protocolo estricto.
- **Control ambiental (monitoring):** medida repetida con un protocolo de muestreo y de tratamiento de las muestras estandarizado
- **evaluación ambiental (assessment)**

## **Clases de medidas ambientales**

**muestreo básico**  
**muestreos preliminares**  
**muestreo de emergencia (catástrofes)**  
**muestreo de los impactos (fuentes  
contaminación)**  
**muestreo para modelización**  
**Vigilancia preventiva**  
**Vigilancia operativa (uso específico)**  
**Control de base (condiciones de referencia)**  
**Control de tendencia**  
**Control Múltiple**

## **evaluación ambiental**

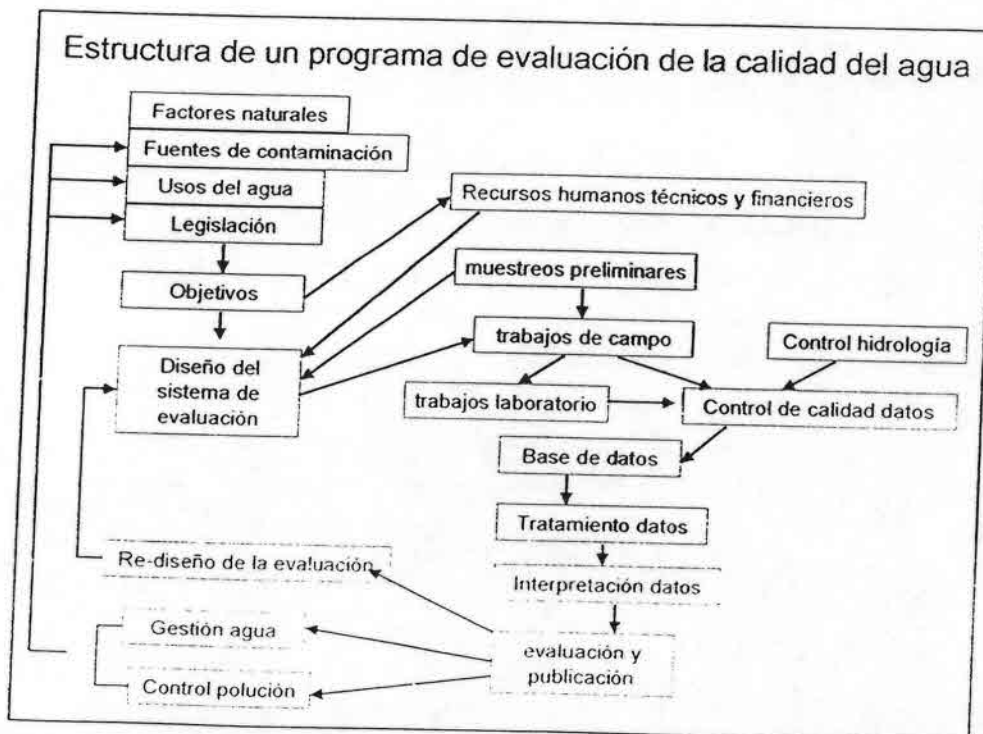
**medida mas compleja que incluye:**

- 1 – Selección del medi apropiado para muestrear**
- 2 – Determinar la variabilidad de los parámetros a medir con un estudio previo**
- 3- Integrar la evaluación hidromorfológica juntamente con la de calidad de las aguas**
- 4 – Que sea flexible para poderse revisar de forma periódica.**

## **evaluación ambiental: consideraciones previas**

**antes de un proceso de evaluación de la calidad se deberían de realizar un conjunto importante de medidas previas que incluirían:**

- **Inventario de las características hidromorfológicas del área estudiada.**
- **Inventario de los usos de agua (presas, canales, abstracciones de agua....)**
- **Inventario de las fuentes de contaminación.**
- **muestreos preliminares para determinar:**
  - 1- **La variabilidad ambiental de los descriptores a usar**
  - 2 - **Los descriptores claves del problema según los objetivos del programa**
  - 3 - **El coste económico y la factibilidad del programa que queremos llevar a término**



### Características de los principales tipos de estudios de calidad del agua

	Número Estaciones	Frecuencia	Número de variables	Duración habitual	Tiempo vigencia interpretación
M Básico	muchas	Variable	medio/alto	1/año	1 año
M Preliminar	muchas	baja	bajo/medio	< 1 año	meses
M Emergencia	medio/alto	Alta	Cont. Esp.	días/seman.	días
M Impacto	Alto/bajo	media	Específico	Variable	corto/medio
M Modelización	Específico	Específico	Específico	corto	corto
V Preventiva	pocas	Continuo	pocas	ilimitada	Instantánea
V Operativa	pocas	medio	Específico	Variable	Sem/meses
C Base	pocas	baja	bajo/alto	Variable	medio
C Tendencia	pocas	muy alto	bajo/alto	> 10 años	> 1 año
C Múltiple	medio	1/mes	Medio	> 5 años	1 año

### Principales características de los programas de estudio de la calidad del agua en diferentes medios

características	agua	MOS	MOP	Tejidos	Biotest	Fisiol	Ecolog
TIPOS DE ANÁLISIS	Físico						
	Químico						
				BIOLÓGIC Oo			
Intercomparación	Global			Depend	Global	Local o	Regional
Especificidad	Alta				Integrado		
Cuantificación	Fácil	Balance	Concentra	Cantidad	Semi-cuant	Relativo	
Sensib. a baja contaminación	Alta	Alta			Variable	medio	Variable
Información temporal	Instantánea	baja	Largo término	1 mes/ 1 año	Instant. Continuo	medio/ largo	medio/ largo
Conservación muestra	baja	Alta	Alta	Alta	muy baja	No aplicable	Alta
tiempo mínimo de trabajo	Inst/ días	días	días/ Sem.	días	días/ meses	Sem/ meses	días/ Semanas

<b>Control de calidad de los datos</b>			
<b>Fase de la evaluación</b>	<b>Operación</b>	<b>Posible fuente de error</b>	<b>Acción a realizar</b>
diseño	Selección estación	Estació no representativa	muestreo preliminar
	Frecuencia	Variabilidad	muestreo preliminar
trabajo de camp	muestreo	Contaminación muestra	Descontaminar los equipos de muestreo
	medida	Aparatos no calibrados	Calibración. Replicas
Traslado muestra	Conservación y identificación	Conservante inadecuado Mal etiquetado	Formación del personal de campo
Laboratorio	Análisis	Contaminación muestra	Descontaminación equipos
		Falta de sensibilidad o de calibración	Test de calidad Comparación estándares
Tratamiento datos	Entrada datos y recuperación	Error en la manipulación	Tests repetidos para gente entrenada
Interpretación	Interpretación de los datos	Desconocimiento o error en métodos estadísticos	Formación adecuada
Publicación	Publicación datos	Falta de comunicación de los resultados	objetivos claros y saber que quieren los gestores

#### **Decálogo del buen evaluador de la calidad de las aguas**

- 1 – Definir claramente los objetivos antes**
- 2 – Caracterizar bien el tipo y la naturaleza de la masa de agua a muestrear.**
- 3 – Seleccionar el medio adecuado para muestrear (agua, sedimentos biota).**
- 4 – Según los objetivos escoger bien las variables, el tipos de muestras, la frecuencia de muestreo y la estación a muestrear.**
- 5 – Los equipos de campo y laboratorio se han de seleccionar en función a los objetivos y no viceversa.**
- 6 – Tener claro como se han de tratar los.**
- 7 – Conjuntar las medidas de evaluación con las hidrológicas.**
- 8 – Hacer controles de calidad internos y externos.**
- 9 – Los datos se han de proporcionar a los gestores con su interpretación y recomendaciones.**
- 10 – El programa debe ser evaluado periodicamente, especialmente si hay cambios en la cuenca estudiada.**



## **tipos de indicadores**

- **Indicadores fisicoquímicos**
- **Indicadores biológicos**
- **Indicadores hidromorfológicos**

## **EL INDICADOR BIOLÓGICO IDEAL**

- Identificación taxonómica sencilla**
- Fácil de muestrear**
- Distribución amplia**
- Sedentario**
- Abundante**
- Información autoecológica disponible**
- De vida larga**
- Tamaño grande**
- Posibilidad de cultivo en el laboratorio**
- Poco variable genéticamente**
- Función en la comunidad poco variable (siempre en el mismo nivel trófico)**

## Indicadores BIOLÓGICOS

	Organismos usados	Usos	Tipos de polución indicados	Ventajas	Inconvenientes
Especies Indicadoras	Invertebrados Macrófitos Algas	Impactos Punt. Tendencias Básicos	M.O. Eutrofiz. Acidificación	Simples Baratos No equipos	Taxonomía Uso local Cambio natural
Estudios comunidades	Invertebrados	Evaluación Tendencias Impactos	M.O. Eutrofiz. Tóxicos	Simples Baratos No equipos	Uso local Cambio natural
Metodos microbio lógicos	Bacterias	Impactos Vigilancia	Salud M.O.	Baratos Equip. simpl Salud	Resultados positivos falsos (Transp.)
Fisiol. Bioquímicos	Invertebrados Algas Peces	Impactos Advertencia	M.O. Eutrofización Tóxicos	Sensitivos Medidas en continuo	Técnicas y conocimientos complejos
Bioensayo Test toxicidad	Invertebrados Peces	Vigilancia Advertencia Impactos	Tóxicos Pesticidas M.O.	Rápidos Simples Continuos	Laboratorio diferente campo
Análisis químicos organis.	Peces Moluscos Plantas	Impactos Tendencias	Tóxicos Pesticidas Salud	Salud	Caros, Equipos complejos
Histología Morfología	Peces Invert.	Impactos Advertencia Básicos	Tóxicos Pesticidas M.O.	Sensibles	Complejidad

	VENTAJAS	INCONVENIENTES
<b>BACTERIAS</b>	Crecimiento rápido Cultivo fácil	Incertidumbre en la viabilidad tiempo de vida corto
<b>PROTOZOOS</b>	Fáciles de muestrear Sistema de los saprobios	Taxonomía
<b>ALGAS</b>	muestreo cuantitativo Sensibles a la eutrofia	Taxonomía Vida corta
<b>MACRO-INVERTEBRADOS</b>	muestreo muy estandarizado tiempo vida medio-largo	muestreo cuantitativo difícil Grupos heterogéneos
<b>MACRÓFITAS</b>	muestreo fácil Tamaño grande	Variabilidad natural biomasa pocas especies
<b>PECES</b>	mucha información autoecológica Parte alta red trófica	Difíciles de muestrear Movilidad elevada

## Indicadores BIOLÓGICOS

	Bact.	Protoz.	Algas	Macroin.	Macrofit.	Peces
Taxonomía	2	1	1	3	3	3
Muestreo	2	2	2	2	3	1
Distribución	3	3	3	2	2	1
Autoecología	1	1	2	2	2	2
Int. Económico	2	1	1	1	2	2
Bioacumulación	1	1	1	2	2	3
Laboratorio	2	1	2	2	2	1
Genética	1	1	2	2	2	1
Nivel trófico	1	1	1	3	1	2
Sedentariedad	1	1	2	2	3	1
Abundancia	2	2	3	3	1	1
Ciclo de vida	1	1	1	2	2	2
Tamaño	1	1	1	3	3	3
Deriva	1	1	2	2	3	1
% uso	15	17	25	26	5	6

### VENTAJAS

### INCONVENIENTES

#### evaluación FISICOQUÍMICA

Cambios temporales detallados  
Determinación precisa de los  
contaminantes  
Determinación de flujos de contaminantes  
Estandarización fácil  
uso en aguas subterráneas

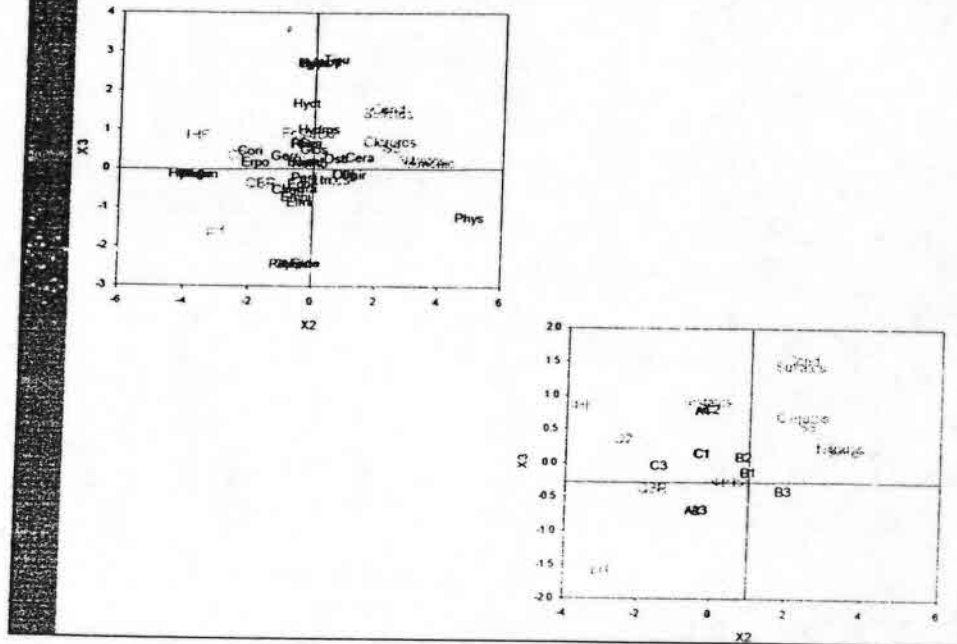
Límite de detección de los  
microcontaminantes  
No integra el tiempo (excepto cores)  
Posible contaminación de las muestras  
Coste elevado

#### evaluación BIOLÓGICA

Integración espacial y temporal  
Respuesta a la contaminación crónica  
Respuesta a contaminación puntual  
Estudios de bioacumulación  
Estudios en tiempo real (bioensayos)  
medida de la degradación del hábitat

Poca sensibilidad temporal  
Dificultades para cuantificar  
Difíciles de estandarizar  
No se pueden estudiar flujos  
Poco útil para aguas subterráneas

## métodos de ordenación: CA, CCA



## Programas estadísticos utilizados

Según el tipo de análisis:



**STATISTICA '99 Edition**  
Kernel release 5.5 A



**STATGRAPHICS Plus 5.0**



PC-ORD for Windows



## métodos de ordenación: CA, CCA

¿Cómo cambian las comunidades de macroinvertebrados entre las distintas estaciones y cuáles son las variables implicadas en el cambio? CA + CCA: Chi-cuadrado

### DCA, CA

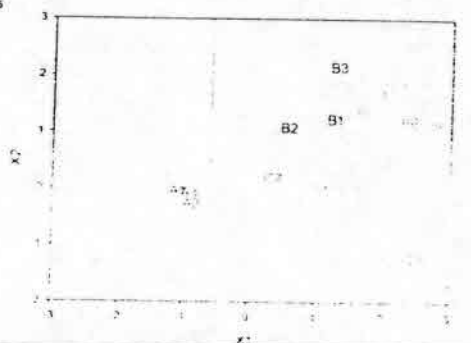
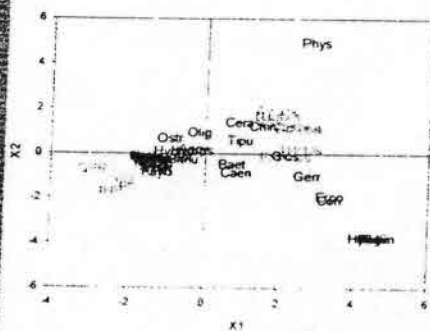
Axes	1	2	3	4	Total inertia
Eigenvalues	0.582	0.187	0.055	0.017	1.838
Lengths of gradient	3.099	1.557	1.515	1.911	
Cumulative percentage variance of species data	33.9	40.8	43.7	44.6	

### CCA

\*\*\*\* Summary \*\*\*\*

Axes	1	2	3	4	Total inertia
Eigenvalues	0.582	0.322	0.257	0.243	1.838
Species-environment correlations	1.000	1.000	1.000	1.000	
Cumulative percentage variance of species data	33.9	41.3	63.2	76.1	
of species-environment relations	33.9	41.3	63.2	76.1	
Sum of all eigenvalues					1.838
Sum of all canonical eigenvalues					1.838

## métodos de ordenación: CA, CCA



## métodos de ordenación: PCA

¿Cómo cambian las variables físico-químicas entre las distintas estaciones? PCA: Distancias euclídeas

Pasos previos: asimetría de los datos

### DCA

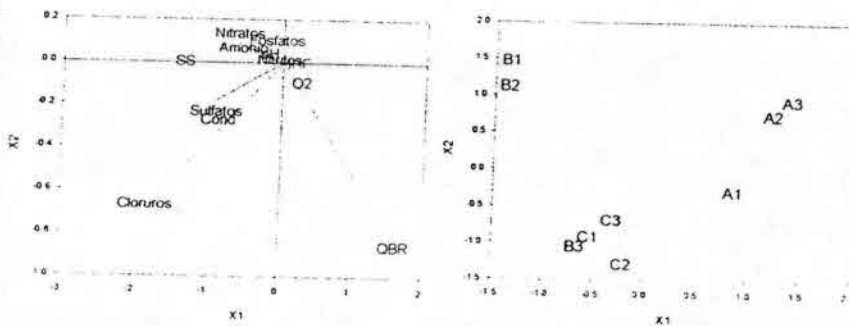
Axes	I	1	2	3	4	Total inertia
Eigenvalues	:	0.065	0.061	0.009	0.000	0.098
Lengths of gradient	:	0.637	0.112	0.173	0.788	
Cumulative percentage variance of species data	:	90.5	91.8	91.9	92.0	

### PCA

---- Summary ----

Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	0.859	0.118	0.015	0.011	1.000
Cumulative percentage variance of species data	85.9	97.1	98.6	99.8	
Sum of all eigenvalues					1.000

## métodos de ordenación: PCA



Entre los tramos A y B aumentan los parámetros físicoquímicos pero se recuperan en B3 y en el tramo C excepto los cloruros

PC 018

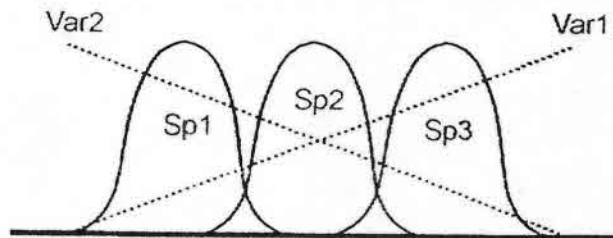
## métodos de ordenación

Representan los objetos (o descriptores) en un **diagrama** multidimensional con tantas dimensiones como **descriptores**. Estas dimensiones son nuevas variables que explican la **variabilidad** de los objetos.

Complementarios a los **dústers**. Analizan toda la **matriz** de similaridad/distancia en lugar de par en par.

**MUY IMPORTANTE:** la **longitud del gradiente**

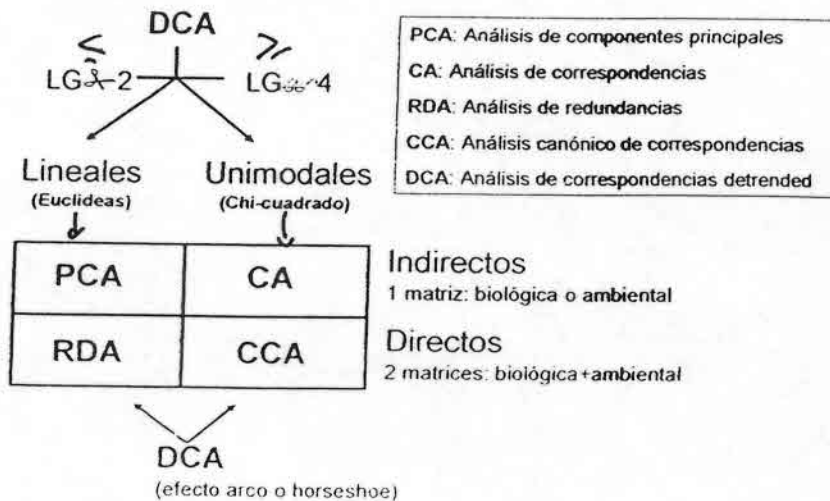
Permite saber si el método será lineal o unimodal



*longitud de gradiente*

## métodos de ordenación

Selección del método de ordenación:  
longitud del gradiente + tipo de datos



*ordenación unimodal*

## métodos de clasificación: *clústers*

### ANOSIM, MRPP, MANOVA

¿Hay diferencias entre las comunidades de A, B y C?

ANOSIM (Analysis of Similarity) = MRPP (Multi response Permutation Procedure)

No paramétrico. Testa diferencias significativas entre grupos de objetos definidos *a priori*. Estadístico + valor de significación

MANOVA (Multivariate Analysis of Variance)

Paramétrico. No apropiado si existen muchos ceros

Test statistic: I = -4.4220063  
Observed delta = 0.47127383  
Expected delta = 0.66314336  
Variance of delta = 0.15826662E-02  
Skewness of delta = -0.77595097

Chance-corrected within-group agreement, A = 0.28933342

A = 1 - (observed delta/expected delta)

Amax = 1 when all items are identical within groups (delta=0)

A = 0 when heterogeneity within groups equals expectation by chance

A < 0 with more heterogeneity within groups than expected by chance

Probability of a smaller or equal delta, p = 0.00068042

## OBJETIVOS

### OBJETIVO-5

¿Cómo cambian las comunidades y las variables físico-químicas entre las distintas estaciones y qué variables ambientales son responsables de este cambio?



**Métodos de ordenación:**

*Lineales, unimodales*

*Directos, indirectos*



## métodos de clasificación: *clusters*

### Método K-means

Agrupar objetos en k-grupos determinados a priori por el usuario maximizando la distancia entre grupos y minimizando la distancia entre objetos dentro de cada grupo.

Por ejemplo: Queremos dividir las estaciones en 2 grupos porque sabemos que hay estaciones de buena y mala calidad.

var00048	grupos2	grupos3
A1	1	1
A2	1	2
A3	1	2
B1	2	3
B2	2	3
B3 +	2	3
C1	2	3
C2	2	3
C3	2	3

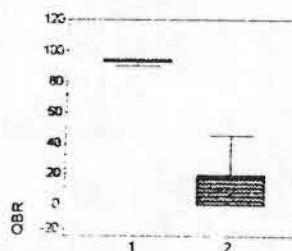
... Para asegurarnos que los distintos tramos se separan por variables de calidad, se puede hacer un análisis discriminante....

## métodos de clasificación: *clústers*

### Método K-means + Discriminante (step-by-step, lambda de Wilks)

Variables en el análisis

Paso		Tolerancia	F que eliminar	Lambda de Wilks
1	QBR	1.000	58.778	
2	QBR	.271	56.904	.560
	NITRITOS	.271	5.950	.106
3	QBR	.053	24.713	.177
	NITRITOS	.083	12.603	.105
	CLORUROS	.191	3.995	.053



## métodos de clasificación: *clústers*

### Método IndVal (Indicator Value index)

Similar al Twinspan pero las agrupaciones son **a priori** determinadas y derivas de una clasificación **jerárquica o no**.

... Queremos saber el taxon indicador del **tramo A** de muy buena calidad, del B de mal calidad y del C de calidad **media**. Ello nos puede permitir formular métodos predictivos de **calidad biológica** utilizando macroinvertebrados:

Por ejemplo: Si Perlidae es muy indicador del tramo A, cada vez que encontramos Perlidae podemos decir con **un %** de error que ese tramo es de muy buena calidad...

## métodos de clasificación: *clústers*

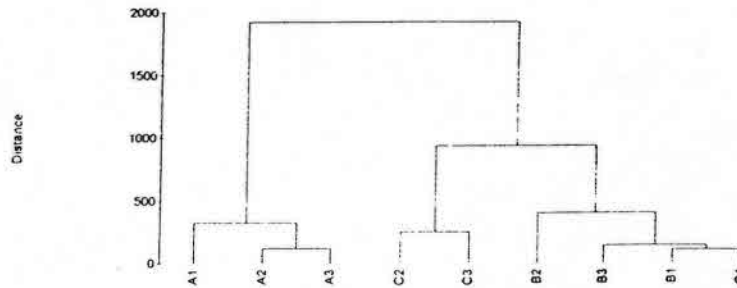
### Método IndVal (Indicator Value index)

Organismos  
representativos  
de cada tramo

Column	Maxim	Observed Indicator Value (IV)	IV from reassigned groups		p *
			Mean	S.Dev	
1 Perlidae	1	47.5	45.2	2.33	0.0381
4 Perlidae	1	35.5	33.3	2.28	0.0110
5 Perlidae	9	58.5	59.9	13.26	0.0821
6 Perlidae	5	26.7	40.8	13.46	0.0000
7 Perlidae	5	39.1	59.0	9.13	0.0001
9 Perlidae	5	100.0	57.7	19.27	0.0000
13 Perlidae	1	100.0	57.0	19.33	0.0000
14 Perlidae	1	66.7	32.7	14.95	0.0000
15 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
16 Perlidae	1	33.3	33.3	1.12	0.0000
17 Perlidae	1	66.7	32.7	14.95	0.0000
18 Perlidae	1	55.7	13.6	13.06	0.0000
19 Perlidae	1	66.7	13.6	13.06	0.0000
20 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
21 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
22 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
23 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
24 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
25 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
26 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
27 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
28 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
29 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
30 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
31 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
32 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
33 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
34 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
35 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
36 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
37 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
38 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
39 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
40 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
41 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
42 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
43 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
44 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
45 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
46 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
47 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
48 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
49 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
50 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
51 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
52 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
53 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
54 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
55 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
56 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
57 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
58 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
59 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
60 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
61 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
62 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
63 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
64 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
65 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
66 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
67 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
68 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
69 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
70 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
71 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
72 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
73 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
74 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
75 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
76 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
77 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
78 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
79 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
80 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
81 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
82 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
83 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
84 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
85 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
86 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
87 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
88 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
89 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
90 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
91 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
92 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
93 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
94 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
95 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
96 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
97 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
98 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
99 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000
100 Perlidae	1	100.0	36.3	19.71	0.0000

## métodos de clasificación: clústers

CLÚSTER entre estaciones según las variables físico-químicas  
(método: unión completa; medida de distancia: Euclídea)



Los tramos B y C se parecen más entre sí que con A.  
B3 no ha recuperado la calidad química de A.  
C1 se parece más químicamente al tramo B que al C.

- Pueden depender del cluster  $\Rightarrow$  un discriminato.

## métodos de clasificación: clústers

Método Twinspan (Two Way Indicator Species Analysis)

Clasifica los objetos en grupos jerárquicos y asocia un taxon a cada grupo

### CLASSIFICATION OF SAMPLES

DIVISION 1 (N= 9) i.e. group 1  
Eigenvalue: 0.5797 at iteration 3  
INDICATORS and their signs:  
Hydrophy 1(-) Oligocha 2(-)  
Maximum indicator score for negative group -2  
Minimum indicator score for positive group -1

ITEMS IN NEGATIVE GROUP 2 (N= 8) i.e. group 2  
A1 A2 A3 B2 B3 B1 C1

PROBABILITY OF CHANGING GROUP 0.1

ITEMS IN POSITIVE GROUP 1 (N= 1) i.e. group 1  
C2

## métodos de clasificación: *clústers*

Matrices de similitud/distancia (S o D entre pares de objetos)



**CLÚSTERS** (S o D entre todos los objetos)

(agrupación de objetos en grupos según la similitud de un objeto con el del resto del grupo; agrupación de los grupos según la similitud entre ellos)

Tipos de clústers:

**JERÁRQUICOS:** clústers dentro de otros clústers

Unión simple: 2 clústers se unen cuando dos objetos (uno en cada clúster) presentan la mayor similitud.

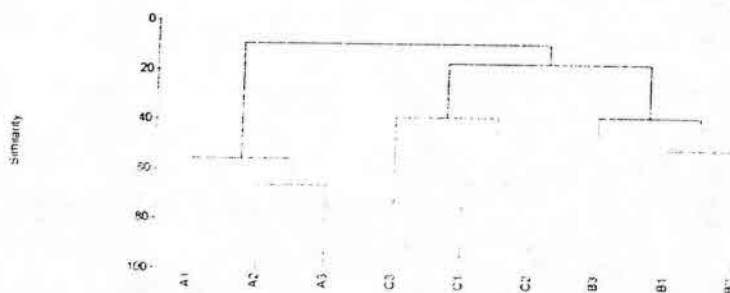
Unión completa: 2 clústers se unen cuando todos los objetos de un clúster presentan la mayor similitud con todos los objetos del otro clúster. (más restrictivo)

Otros: UPGMA, WPGMA,.... (depende del grado de restricción), Twinspan...

**NO-JERÁRQUICOS:** clústers establecidos *a priori* e independientes

## métodos de clasificación: *clústers*

**CLÚSTER** entre estaciones según su composición taxonómica  
(método: unión completa; medida de similitud: Bray-Curtis)



Los tramos B y C se parecen más entre sí que con A.  
B3 no ha recuperado la composición taxonómica de A.

## métodos de clasificación: matrices de similitud

Q análisis  
(similitud entre objetos)

Coefficientes de similitud (S) [0,1]  
Coefficients de distancia (D) [0,1] ( $D=1-S$ )

La elección del coeficiente depende del tipo de datos!  
(presencia/ausencia, rangos de abundancia,...)

**SIMILARIDAD**  
Jaccard  
Bray-Curtis

**DISTANCIA**  
Euclídea

Cuando se usan rangos

1-1-3  
2-4-10  
3-7-10

## métodos de clasificación: matrices de similitud

Variable físico-químicas: distancias euclídeas

Distance

	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
A1									
A2	201.66								
A3	326.21	125.32							
B1	1206.3	1405.8	1527.2						
B2	1608.4	1807	1928.1	403.85					
B3	1333.2	1531.3	1651.5	145.13	204				
C1	1225.4	1422.5	1541.9	112.65	309.46	123.26			
C2	909.54	1109.7	1232.2	301.4	701.87	433.63	329.82		
C3	673	869.62	969.99	536.91	938.92	663.43	955.43	254.83	

Variables biológicas: similitud Bray-Curtis

Similarity

	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
A1									
A2	95.44								
A3	92.4	95.1							
B1	84.5	81.8	82.4						
B2	88.22	81.8	81.8	88.94					
B3	88.12	82.21	81.8	88.94	88.94				
C1	86.75	86.8	86.84	86.75	86.75	86.75			
C2	86.75	86.8	86.84	86.75	86.75	86.75	86.75		
C3	86.75	86.8	86.84	86.75	86.75	86.75	86.75	86.75	

## OBJETIVOS

### OBJETIVO-4

¿Cuáles son las estaciones más parecidas físico-químicamente y biológicamente? ¿Se ha recuperado la comunidad de macroinvertebrados en la estación D3?, ¿y sus características físico-químicas?

¿Qué organismos son representativos de cada tramo?

¿Hay diferencias entre las comunidades de A, B y C?



**Métodos de clasificación:**

**Matrices de similitud**

**Análisis clúster**

### métodos de clasificación: *matrices de similitud*

Matrices: OBJETOS (estaciones) (Q análisis)  
DESCRIPTORES (variables) (R análisis)

Variables: ambientales, especies

	A	B	D	E
Estación	SS	Ammonio	Nitritos	Nitratos
1	2.2	0.11	0.05	0.115
2	2.2	0.05	0.05	0.115
3	1	0.05	0.05	0.115
4	40	0.4	0.2	0.115
5	53	0.2	0.17	0.115
6	23	0	0.11	0.115
7	13	0.57	0.17	0.115
8	17	0.05	0.25	0.115
9	14	0.57	0.155	0.115
10				

¿Cuáles son las estaciones más parecidas físico-químicamente y biológicamente?  
**CORRELACIONES**

(r-Pearson,  $\sigma$ -Spearman)

¿Cuál es la relación entre variables? ¿cuándo incrementan los nitritos, también lo hacen los nitratos? ¿cuándo la abundancia de los Hydropsychidae sube, baja la de los Perlidae?

## **inferencia estadística: estimación-regresión lineal**

### **ANÁLISIS DISCRIMINANTE**

Obtiene función lineales de varias variables independientes que permite predecir el valor de la variable dependiente **cualitativa**.

Se predicen **PROBABILIDADES** de pertenecer a las diferentes categorías de la variable dependiente.

Por ejemplo: probabilidad de que el punto D tenga calidad biológica mala, mediocre, buena, muy buena....

### **REGRESIÓN LOGÍSTICA**

Obtiene función lineales de varias variables independientes que permite predecir el valor de la variable dependiente **dicotómica**.

Se predicen **PROBABILIDADES** de pertenecer a una categoría u otra.

Por ejemplo: probabilidad de que el punto D esté contaminado o no

## **OBJETIVOS**

### **Estadística MULTIVARIANTE**

#### **→ OBJETIVOS CLAROS!**

¿Cuáles son las estaciones más parecidas físico-químicamente y biológicamente? ¿Se ha recuperado la comunidad de macroinvertebrados en la estación D3?, ¿y sus características físico-químicas?

¿Qué organismos son representativos de cada tramo?

¿Hay diferencias entre las comunidades de A, B y C?

¿Cómo cambian las comunidades y las variables físico-químicas a lo largo del tramo afectado y qué variables ambientales son responsables de este cambio?

## inferencia estadística: estimación: regresión lineal

### REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE (varias independientes)

Variable dependiente IBMWP

Variable independiente Amonio, Nitratos (varias variables)

$$IBMWP = \beta_1 AMONIO + \beta_2 NITRATOS + \beta_0 + e$$

Correlaciones

		AMONIO	NITRITOS	NITRATOS	PHOSPHAT	IBMWP
AMONIO	Correlación de Pearson					
	Sig. (bilateral)					
	N					
NITRITOS	Correlación de Pearson	.828 <sup>**</sup>				
	Sig. (bilateral)	.006				
	N	9				
NITRATOS	Correlación de Pearson	.935 <sup>**</sup>	.841 <sup>**</sup>			
	Sig. (bilateral)	.000	.004			
	N	9	9			
PHOSPHAT	Correlación de Pearson	.574	.695 <sup>*</sup>	.559		
	Sig. (bilateral)	.106	.036	.116		
	N	9	9	9		
IBMWP	Correlación de Pearson	-.887 <sup>**</sup>	-.773 <sup>*</sup>	-.820 <sup>**</sup>	-.629	
	Sig. (bilateral)	.001	.015	.007	.099	
	N	9	9	9	9	

<sup>\*\*</sup> La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

<sup>\*</sup> La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

## inferencia estadística: estimación: regresión lineal

Resumen del modelo<sup>a</sup>

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregido	Error típ. de la estimación
1	.887 <sup>a</sup>	.787	.716	27.8129

<sup>a</sup> Variables predictoras: (Constante), NITRATOS, AMONIO

<sup>b</sup> Variable dependiente: IBMWP

Coefficientes<sup>a</sup>

Modelo		Coefficients no estandarizados		Coefficient es estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
1	(Constante)	107.380	13.726		7.823	.000
	AMONIO	-.52147	28.988	-.956	1.796	.122
	NITRATOS	2.534	18.243	.074	.139	.894

<sup>a</sup> Variable dependiente: IBMWP

~~$$IBMWP = -.5215AMONIO + 2.53NITRATOS + 107.3$$~~



## inferencia estadística: estimación: regresión lineal

### Análisis de correlación:

medición del grado de asociación lineal entre dos variables.

Pearson (valores cuantitativos no en rangos) o Spearman (en rangos)

$r$ -Pearson o  $\rho$ -Spearman = -1 a +1

- 1: correlación negativa (al incrementar una variable, disminuye la otra)

+1: correlación positiva (al incrementar una variable, incrementa la otra)

0: no existe relación entre las dos variables

					Correlaciones					
estación	ibmwip	amonio	nitrato	nitrato	amonio	nitrato	nitrato	phosphat	ibmwip	
1 A1	126.93	11			Correlación de Pearson					
2 A2	111.63	95			Sig. (bilateral)					
3 A3	139.63	95			N					
4 E1	2.93	2.49			Correlación de Pearson	826				
5 E2	12.63	2.76			Sig. (bilateral)	006				
6 E3	13.89	2.49			N	9				
7 C1	1.06	6.7			Correlación de Pearson	935	841			
8 C2	42.40	59			Sig. (bilateral)	000	004			
9 C3	1.09	5.7			N	9	9			
					Correlación de Pearson	574	895	559		
					Sig. (bilateral)	106	038	118		
					N	9	9	9		
					Correlación de Pearson	-837	-773	-820	-629	
					Sig. (bilateral)	001	015	007	069	
					N	9	9	9	9	

\* La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral).

\* La correlación es significativa al nivel 0.05 (bilateral).

## inferencia estadística: estimación: regresión lineal

### REGRESIÓN LINEAL SIMPLE (1 variable independiente)

Variable dependiente IBMWP

Variable independiente Amonio

$$IBMWP = \beta_1 AMONIO + \beta_0 + e$$

Resumen del modelo<sup>a</sup>

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregido	Error típ. de la estimación
1	.987 <sup>a</sup>	.786	.755	25.7911

a. Variables predictoras: (Constante) AMONIO

b. Variable dependiente: IBMWP

$$IBMWP = -48.4AMONIO + 107.3$$

Residuos N(0,1)

Coefficientes<sup>a</sup>

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficiente estandarizado	Z	Sig.
		B	Error típ.			
1	Constante	107.300	25.7911		4.162	.000
	AMONIO	-48.432	2.452	-.987	-19.751	.000

a. Variable dependiente: IBMWP

## OBJETIVOS

### OBJETIVO-3

¿Podríamos predecir la calidad biológica del agua del tramo D de calidad química conocida?



Inferencia estadística: *estimación*  
*Regresión lineal (simple, múltiple)*  
*Análisis discriminante*  
*(Regresión logística: sí vs. no)*

## inferencia estadística: *estimación: regresión lineal*

### REGRESIÓN LINEAL

Obtiene una función lineal de una o varias variables independientes que permite predecir el valor de la variable dependiente **cuantitativa**.

VARIABLE DEPENDIENTE ct: Calidad biológica

VARIABLES INDEPENDIENTES: Variables químicas

Las variables químicas son independientes?

*Análisis de correlación (Pearson, Spearman)*

## inferencia estadística: contraste de hipótesis

### Paramétrica: ANÁLISIS DE LA VARIANZA

¿Dónde están las diferencias? ¿Es A  $\neq$  B pero no de C?

### CONTRASTES POST-HOC o COMPARACIONES MÚLTIPLES

Leid Test: Variables N dependent factor (1, 2, 3)			
BASIC STATS	Marked differences are significant at p = 05000		
TRAMO	(1)	(2)	(3)
A	N=3.3333	N=3.3333	N=3.3333
B	000028	000028	000028
C	000062	001692	001692
Leid Test: Variables N dependent factor (1, 2, 3)			
BASIC STATS	Marked differences are significant at p = 05000		
TRAMO	(1)	(2)	(3)
A	N=9.0000	N=9.0000	N=9.0000
B	000004	000004	000004
C	000034	002641	002641
Leid Test: Variables N dependent factor (1, 2, 3)			
Continue...	Marked differences are significant at p = 05000		
TRAMO	(1)	(2)	(3)
A	N=25.3333	N=25.3333	N=25.3333
B	000074	000074	000074
C	001870	040192	040192

N

IBMWP

Sulfatos

## inferencia estadística: contraste de hipótesis

Pero cuidado con la inferencia estadística....

*La probabilidad de tener un accidente de tráfico aumenta con el tiempo que te pases en la calle. Por tanto, cuanto mas rápido circules, menor es la probabilidad de que tengas un accidente.*

*El numero de matrimonios es el doble que el de divorcios; por lo tanto, uno de cada dos matrimonios acaba en divorcio. La tasa de natalidad es el doble que la tasa de mortalidad; por lo tanto, una de cada dos personas es inmortal.*

Se acepta o rechaza la  $H_0$ , no la  $H_1$ ...

Errores Tipo-I: Cuando rechazamos  $H_0$  siendo cierta.

(detectar perturbación cuando no existe)

Tipo-II: Cuando aceptamos  $H_0$  no siendo cierta.

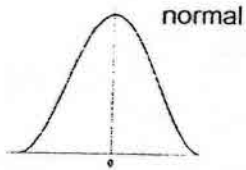
(no detectar perturbación cuando ésta existe)

## inferencia estadística: *contraste de hipótesis*

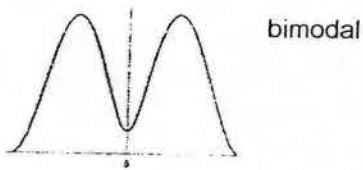
Tipos:

Paramétrica: NORMALIDAD + HOMOGENIDAD DE VARIANZAS

No paramétrica: NO cumple normalidad, después de transformar...



## TRANSFORMACIONES

 $\log(x+1), \ln(x+1), \square x \dots$ 

Prueba normalidad:

Kolmogorov-Smirnov

Ho=normal

H1≠normal

Prueba homog-varianzas:

Levene' test

$$H_0: \sigma_1 = \sigma_2$$
$$H_1: \sigma_1 \neq \sigma_2$$

**inferencia estadística: contraste de hipótesis**

## Paramétrica: ANÁLISIS DE LA VARIANZA

Diferencias entre grupos de estaciones: A, B, C

Réplicas necesarias: A1, A2, A3, B1, B2, B3,...

1 VARI	2 TRAMO	3 N	4 13.47	5 SULFATOS
A1	A	24 000	126 000	50 000
A2	A	19 000	111 000	36 000
A3	A	22 000	134 000	20 000
B1	B	1 000	2 000	132 000
B2	B	4 000	12 000	246 000
B3	B	5 000	13 000	173 000
C1	C	12 000	42 000	154 000
C2	C	11 000	42 000	152 000
C3	C	13 000	46 000	132 000

### Características de las variables

Media, Mediana, Moda, Mínimo, Máximo, Amplitud

Desviación estándar, Varianza, Asimetría, Curtosis

Percentiles (10 a 90%)

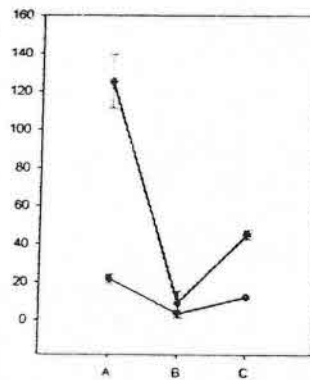
A	N	IBMVP
Media	22	125
Mediana	22	126
Desviación std	3	14
Amplitud	5	28

B	N	IBMVP
Media	3	9
Mediana	4	12
Desviación std	2	6
Amplitud	4	11

C	N	IBMVP
Media	12	45
Mediana	12	46
Desviación std	1	3
Amplitud	2	5



### OBJETIVOS

#### OBJETIVO-2

¿Es este cambio creíble (significativo)?

¿Dónde están las mayores diferencias?



Inferencia estadística: *contraste de hipótesis*

## Estadística UNIVARIANTE

### → OBJETIVOS CLAROS!

- ¿Cómo cambia la calidad media entre los tramos A, B y C?
- ¿Es muy variable este cambio?
- ¿Es este cambio creíble (significativo)?
- ¿Dónde están las mayores diferencias?
- ¿Podríamos predecir la calidad biológica del agua del tramo D de calidad química conocida?

### OBJETIVO-1

¿Cómo cambia la calidad media entre los tramos A, B y C?

¿Es muy variable este cambio?



Estadística descriptiva

**UNIVARIANTE** (una variable)

**Estadística descriptiva**

Estudia una serie de características de las variables

**Inferencia estadística**

Extrapolar lo concreto a lo general

$H_0$  vs.  $H_1$  (general sigue  $H_0$  vs. Alternativa)

Dos categorías: contraste de hipótesis y estimación

Dos tipos: paramétrica/no paramétrica

**MULTIVARIANTE** (muchas variables)

**Clasificación:** Clasificación jerárquica por similitud entre puntos

**Ordenación:** Ordenar datos y resumir información en varias dimensiones

**ejemplo**

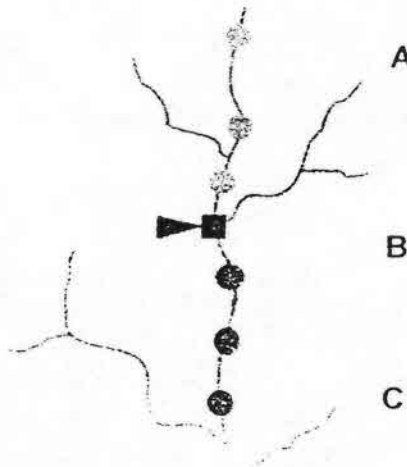
Datos:

Físicos

Químicos

Geomorfológicos

Biológicos



## algunas definiciones

<b>POBLACIÓN</b>	<i>Llamamos población estadística, universo o colectivo al conjunto de referencia sobre el cual van a recaer las observaciones.</i>
<b>INDIVIDUOS</b>	<i>Se llama unidad estadística o individuo a cada uno de los elementos que componen la población estadística. El individuo es un ente observable que no tiene por qué ser una persona, puede ser un objeto, un ser vivo, o incluso algo abstracto.</i>
<b>MUESTRA</b>	<i>Es un subconjunto de elementos de la población. Se suelen tomar muestras cuando es difícil o costosa la observación de todos los elementos de la población estadística.</i>
<b>CENSO</b>	<i>Decimos que realizamos un censo cuando se observan todos los elementos de la población estadística.</i>
<b>VARIABLE ESTADÍSTICA</b>	<i>Al conjunto de los distintos valores numéricos que adopta un carácter cuantitativo o cualitativo se llama variable estadística.</i>

## variables

Cualitativos nominales (colores de calidad)

Cualitativos ordinales (calidad muy buena, buena,...)

Cuantitativas:

Discretas (número de individuos, IB)

Continuas (variables FQ)



Necesidad científica, credibilidad de los datos

... Sin obsesionarse, y utilizándola con cuidado...

*Las estadísticas dicen que las estadísticas siempre mienten!*

*El 97.3% de las estadísticas han sido claramente inventadas*

→ OBJETIVOS CLAROS!

Mirarse las cosas de otra manera....

¿CUÁNTO SON  $2+2$  ?

*Filosofo:* Que quiere decir  $2+2$ ?

*Contable:* Cierra puertas y ventanas y pregunta en voz baja: Cuanto quiere que sea el resultado?

*Hacker:* Consigue acceder ilegalmente a un super ordenador, escribe un programa para calcularlo, y dice que la respuesta es 5, salvo por un par de errores en el programa que se corregirán pronto.

*Ingeniero:* 3.9968743

*Físico:*  $4.000000004 \pm 0.00000006$

*Estadístico:* 4 de manera significativa a  $\alpha=0.001$



## Aspectos metodológicos (I)

### Estadística para Indices Biológicos

#### definición y generalidades

Qué es la estadística y por qué utilizarla

*Arte de la decisión en presencia de incertidumbre.*



#### INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

Encontrar y describir las variables de interés y las relaciones entre ellas, para el problema en estudio.

#### ESTADÍSTICA

Estudiar los métodos que permiten realizar este proceso resumiendo la información de los datos y acotando el papel de la casualidad (azar).

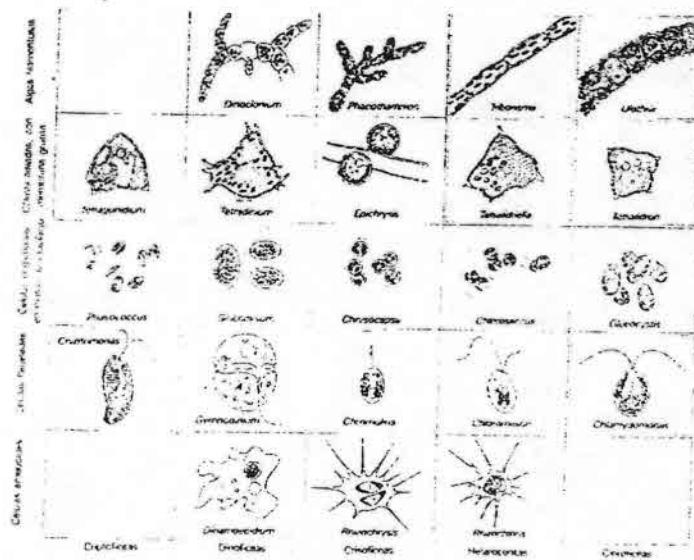
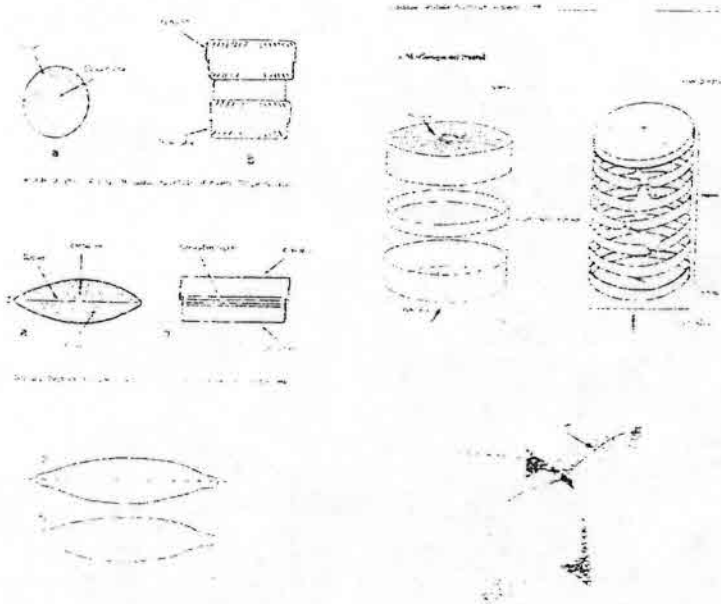


Figura 7-4. Las algas eucariotas admiten una doble clasificación: una clasificación natural en clases por similitudes morfológicas y fisiológicas, y otra clasificación ecológica en tipos de hábitat de crecimiento. Algunos ejemplos que representan las formas eucariotas más importantes de cada una de las presuntas cinco líneas biológicas, se han incluido en la leyenda siguiente (aproximadamente).



## **Recommendations for the routine sampling on diatoms for water quality assessments of streams in Europe**

**Luc Ector – University Center of Luxembourg**

### **Diatoms: mode of live in rivers**

**Planctonic species** (free floating, large rivers)

**Benthic species** (on a substrate, no floating)

- **Epilithic**: growing attached to rock surfaces
- **Epiphytic**: growing attached to other plants
- **Epipsammic**: growing on sand
- **Epipellic**: Growing on mud (sediment)
- **Endopellic**: Growing within mud (sediment)

### **Laboratory treatment**

Directly after sampling or within a few hours,  
for long-term storage of samples:  
formol or alcohol

Before treatment, a quick examination of the  
sample is recommended on return to the  
laboratory: check the proportion of empty  
frustules = dead cells  
+ no fixed material for observation of living diatoms

### **Sample site selection in rivers**

Hard-surfaces samples

Preferable substrate (epilithon): **cobbles, boulders**  
*(big enough to have remained stable under most flows)*

Suitable substrate: **macrophytes** (epiphyton)

Substrate must be **submerged**  
from some weeks prior the sampling

Mud & sediments (epelon) should be avoided

## Recommendations in rivers

### Timing of survey:

at least one sample per site per year  
is required for surveillance of water quality

Exposure time must be constant if meaningful  
comparisons between sites are to be made

Minimum of exposure time  
of the substrate in water: 4 weeks

*Surveys should not be conducted within 4 weeks after a storm*

## Recommendations in rivers

Heavy shade should be avoided

Stones with filamentous algae (like *Cladophora*)  
should be avoided

Depth: 20 cm  $\leftrightarrow$  50 cm is recommended

Current speed: from 0.1 to 1.6 m/s

*(in general, zones of very high current velocity are avoided)*

## Guidelines for sampling stones with many filamentous algae

FRANCE: First find stones with relatively few  
filamentous algae (*Cladophora*). These algae are  
removed by hand and the stone washed briefly in the  
river before the stone surface is sampled

UNITED KINGDOM: Current recommendations  
involve brushing gently towards the base of  
filaments (problem with this method: how to avoid to  
collect silt and dead frustules of diatoms?)

## Guidelines for sampling stones in fast-flowing rivers

Collect stones (minimum 5) which are not  
removed by normal hydrological conditions  
(cobbles are generally preferred over boulders)

Sample the upper part surface of the stone  
(minimum surface: 100 cm<sup>2</sup>)

Use a hard toothbrush rather than a knife  
for sampling stones

*(to limit penetration into crevices and less damage to fragile ones)*

Indice de Zelinka & Marvan (1961) modifié Descy (1979)	=> DES	Sensibilité croissante de 1 à 5
Cemagref (1982-91)	=> IPS-IDG	de 1 à 5
Sladeczek 51986)	=> SLA	de 4 à 0
Leclercq & Maq. (1988)	=> ILM	de 1 à 5
Steinberg & Schielele (1988)	=> SHE	de 7 à 1

$$ID = \frac{\sum_{j=1}^n A_j I_j V_j}{\sum_{j=1}^n A_j V_j}$$

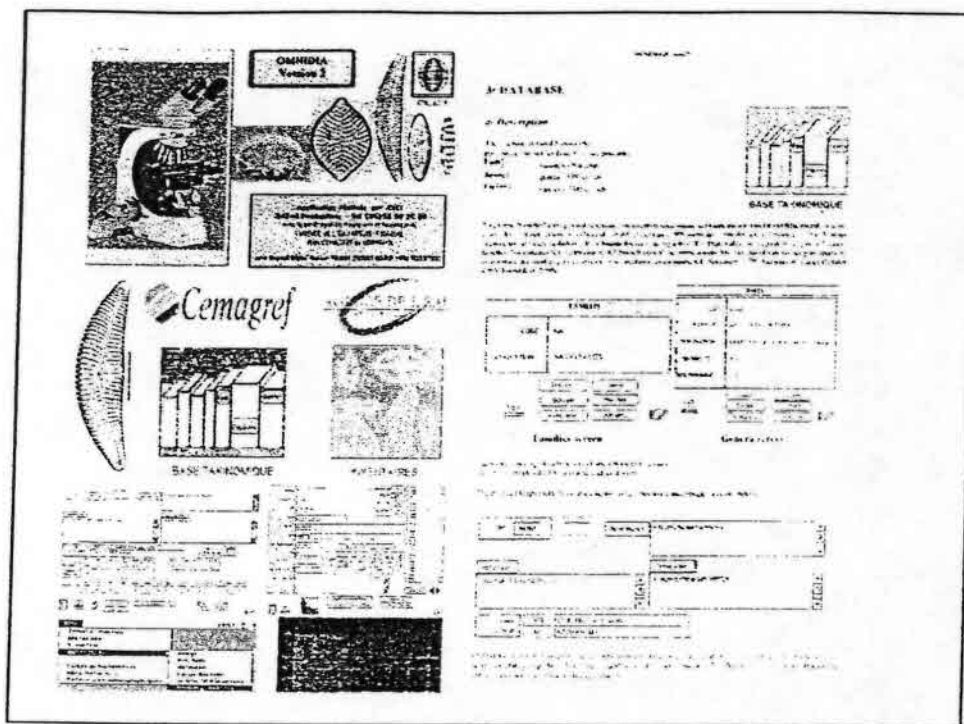
Aj= abondance (en classe effectif ou fréquence) de l'espèce j  
Ij= indice de polluosensibilité de l'espèce j (varie de 1 à 5 le plus souvent)  
Vj= "valeur indicatrice" ou degré de sténocécie de l'espèce j (varie de 1 à 3)  
(Ij varie de 0 à 4 dans l'indice de Sladeczek, Vj varie de 1 à 5 dans l'indice ILM)

Qualité bonne	ID > 4,5	pollution nulle
à acceptable	ID = 4,5 - 4,0	pollution ou eutrophisation faible
	ID = 4,0 - 3,5	eutrophisation modérée
Qualité	ID = 3,5 - 3,0	pollution moyenne ou eutrophisation
mauvaise à	ID = 3,0 - 2,0	pollution forte
très mauvaise	ID = 1,0 - 2,0	pollution très forte

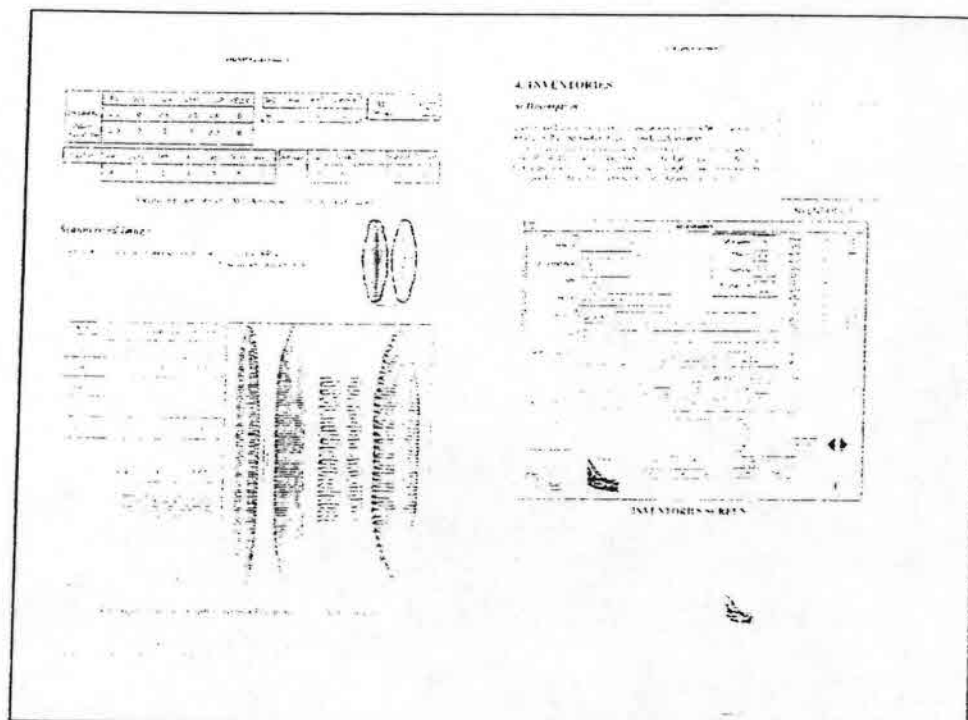
La note finale est transformée en note sur 20

Indice	Auteurs	Date	Région/Pays	Nombre de taxons
DES	Descy	1979	Belgique	50 taxons
IPS	Coste	1979	France	106 taxons
ILM	Ledercq & Maquet	1987	Belgique	52 taxons
IPS-82	Coste in CEMAGREF	1982	France	106 taxons
SLA	Sladeczek	1986	Europe Centrale	52 taxons
ILM	Ledercq & Maquet	1987	Belgique	200 taxons
IPS-88	Rumou & Coste	1988	France	88 genres ou sections
SHE	Steinberg & Schielele	1988	Allemagne	51 taxons
CEE	Descy & Coste	1990	Europe	202 taxons
IDG-01	Coste & Aythya	1991	France	174 genres ou sections
TDI	Schielele & Kihmann	1993	Allemagne	105 taxons
IDAP	Pyrgel, Leclercq & Isenhardt	1996	Arctis-Picardie	135 taxons (dont 45 genres)
IBD	Lenoir & Coste	1996	France	200 taxons
IPS-97	Coste in CEMAGREF	1997	France	106 taxons

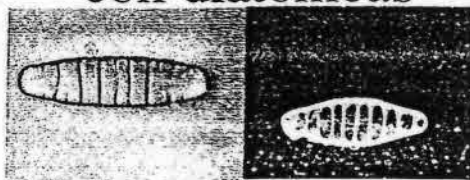
Indices européens basés sur les diatomées








CEMASoft



# Calidad biológica: con diatomeas



## VALOR DEL ÍNDICE IPS

-  EXCELENTE
-  BUENO
-  MODERADO
-  DEFICIENTE
-  MUY MALO



Autor: J. Gomà U.B.

Supervisors: J. Cambra U.B & L. Ector CPR Luxembourg.



## INDICES DE INTEGRIDAD BIOLÓGICA: I.B.I.

Sistema desarrollado por J. Karr i de gran uso en U.S.A.

Es un paso mas en la evolución del pensamiento respecto a lo que significa la contaminación y como caracterizarla y combatirla

Dilución: solución para la contaminación



Limpiar el agua soluciona el problema



Hay que mantener y/o restaurar la comunidad biológica: aplicar Biocriterios

## PROBLEMAS PARA LOS BIOCRITERIOS

- 1 – Visión reduccionista de los ecosistemas acuáticos, falta de interdisciplinariedad.
- 2 – Mucha legislación pero poca se cumple.
- 3 – Métodos fallidos (EIA, Bioensayos).
- 4 – Demasiados índices, variabilidad de los mismos.
- 5 – Métodos no estandarizables
- 6 – Bajo índice coste/efectividad
- 7 – Falta de referencias y comparación de grupos heterogéneos.

## **I.B.I. FUNDAMENTOS**

- Se empieza con las comunidades de peces.
- Tiene una base regional. Hay que establecer regiones similares de faunas similares (ECOREGIONES)
- Es básico disponer de algunos puntos de referencia para saber cuales són los valores de los índices para estos puntos para así poder comparar.
- Se usan 12 diferentes atributos agrupados en 3 grupos de métricas:
  - La riqueza de especies y la composición de la comunidad de peces,
  - la composición trófica, y la abundancia de los peces y
  - su factor de condición.
- Para cada métrica se definen tres puntuaciones:
  - Igual o ligera desviación de la referencia (5 puntos)
  - Desviación moderada de la referencia (3 p.)
  - Desviación elevada respecto referencia ( 1 p.)

Requiere un estudio profundo para dar los límites para cada puntuación o un criterio "experto".

## **I.B.I. FUNDAMENTOS**

Las métricas usadas varían de Ecoregion a Ecoregion así como lo hacen las especies usadas (se usa en 30 estados de USA y en algunos de ellos tiene fuerza legal en litigios).

### **Ventajas:**

- Es un índice cuantitativo en algunas métricas
- Se usa respecto a una referencia (condición natural)
- Refleja diferentes atributos de los sistemas biológicos
- Barato y simple
- Sensible a todo tipo de cambios ambientales
- Adaptable a las circunstancias locales
- Incorpora el criterio de los expertos

### **Posibles problemas:**

- Si hay pocas especies de peces (España)
- Si hay muchos endemismos
- La salinidad de los estuarios

## I.B.I. FUNDAMENTOS

Se pueden incorporar otros criterios de la biología de los peces si se necesitan, como la estructura de la población (clases de tamaño), las tasas de crecimiento, o la salud relativa de las especies encontradas (enfermedades).

En las modificaciones hay que tener en cuenta:

Que no deben hacerse si no dan una mejora significativa respecto al original

Deben hacerse por un biólogo experto

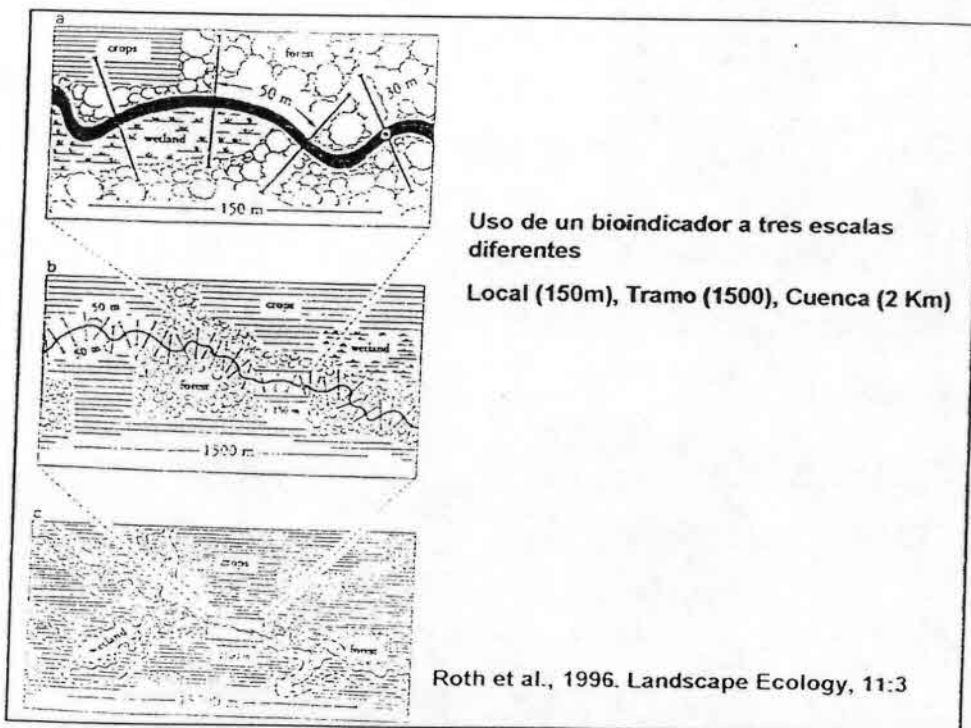
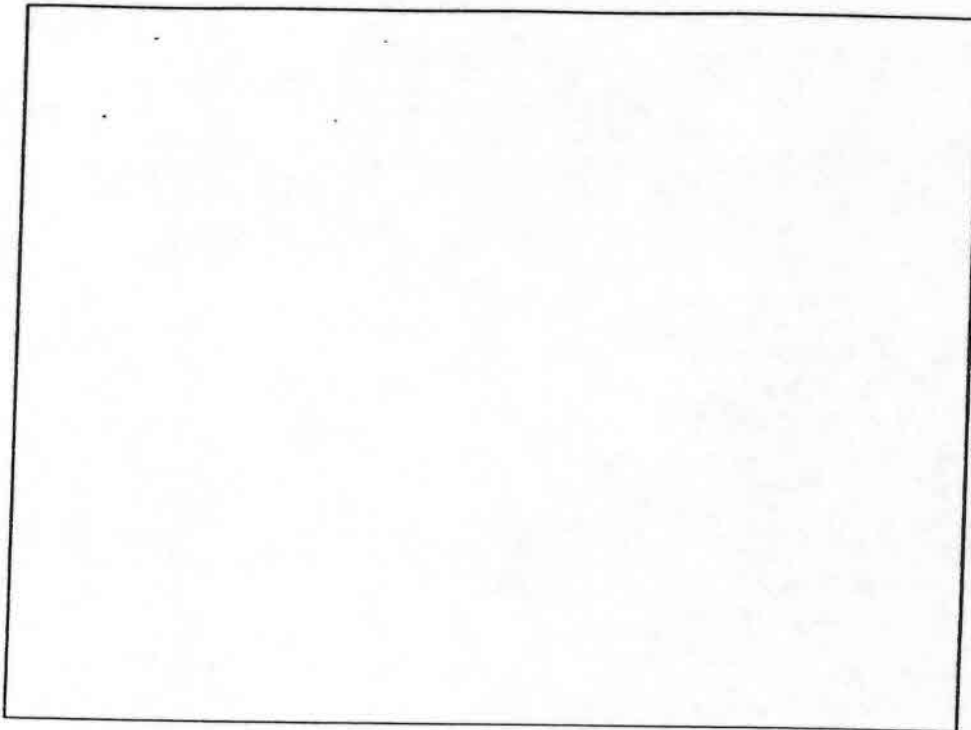
En los humedales no funcionan tan bien como en los ríos

Del IBI se ha pasado al ICI, uso en los macroinvertebrados, aunque no ha sido tan popular como en los peces.

En Europa solamente ahora está afianzándose como un método para utilizar en evaluación biológica (proyecto FAME)

## I.B.I. Métricas usadas

Grupo	Ejemplos
Número total especies	Número especies nativas
"Darter species"	Especies insectívoras, salmónidos juveniles
"Sunfish species"	Nº ciprínidos, % de especies de cabecera
"Sucker species"	Truchas adultas, "catfish"
Nº especies intolerantes	% sp sensibles, % sp anfibas..
%Green sunfish	% carpas comunes, % sp tolerantes
%Omnivoros	% generalistas
% ciprínidos insectívoros	Truchas juveniles, % insectívoros
% carnívoros	% de salmónidos pescables, % sp pioneras
Número ind/esfuerzo	Densidad, % especies abundantes
% Híbridos	% especies introducidas, % nativas
% individuos enfermos	
Biomasa total de peces	



### 23 estaciones de muestreo

### Evaluación del habitat, un índice con 9 categorías

I.B.I. Usando 43 especies de peces (entre 5 y 21 por estación).

Valores del IBI entre 22 y 46.

### Estudio de la vegetación de ribera a las tres escalas

Table 1. Three scales of riparian vegetation analysis employed at each of 23 locations in the River Raisin watershed.

Scale	Method	Assessed stream length	Assessed buffer width	Summary measures
site (1:1)	field transects	150 m	to 50 m	total vegetation width (m) woody vegetation width (m)
reach (1:5000)	aerial photographs	1500 m	to edge of vegetation 15, 30, 50 or 125 m on each side of stream	median vegetation width (m) stream reach coverage (%) for each buffer width
regional (1:24000)	GIS	entire length upstream of and (> 2 km)	50, 125 or 250 m on each side of stream	% area within each riparian buffer under a specified land use

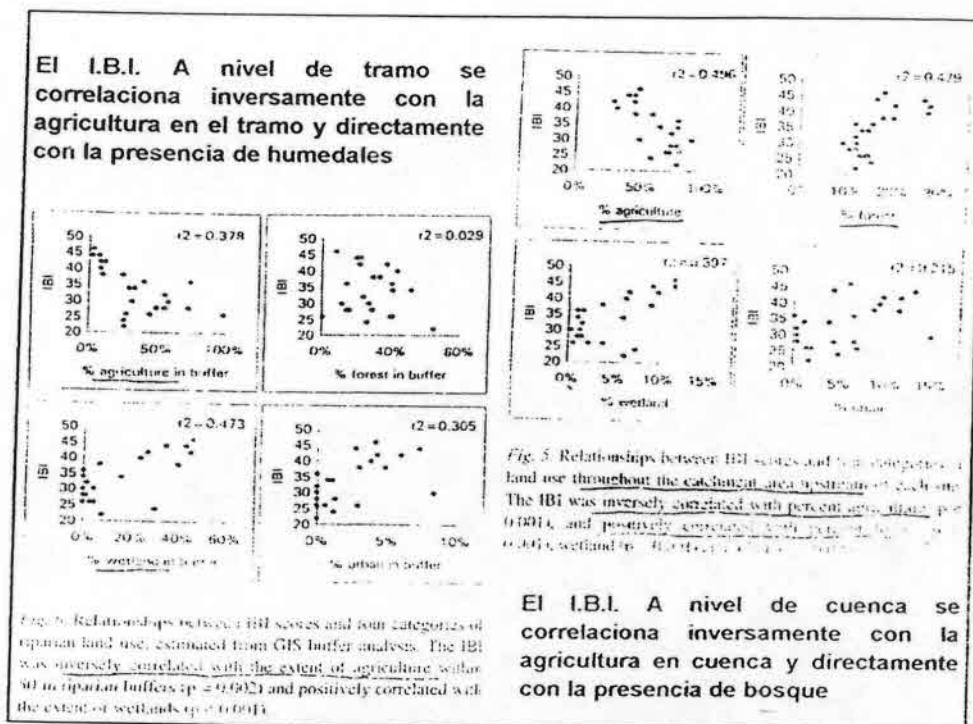
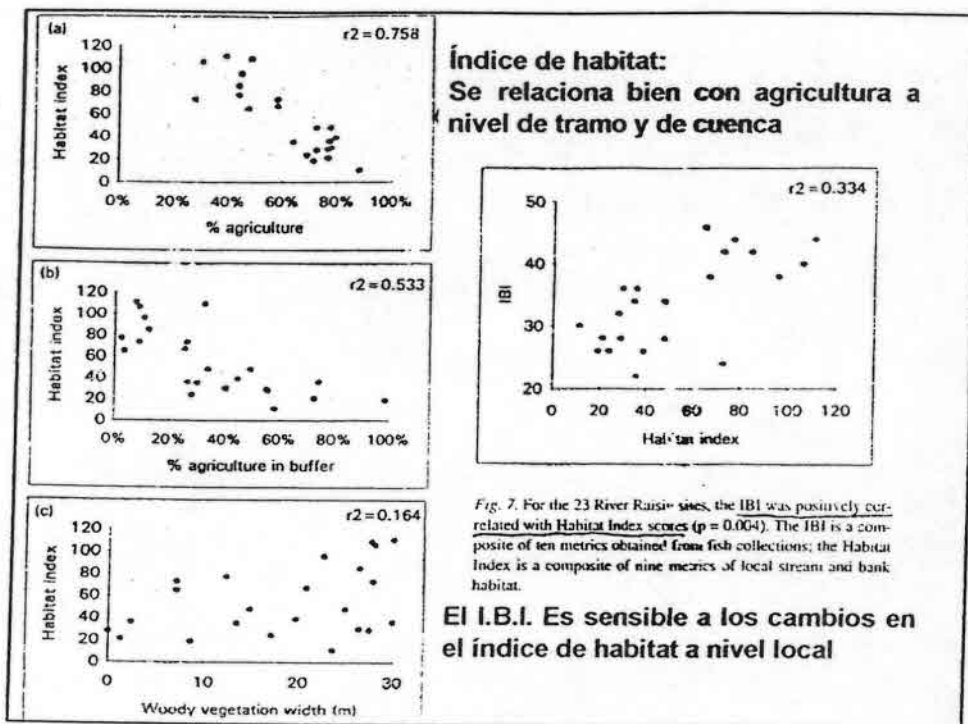
### Índice de habitat usado.

### 9 factores con puntuación variable

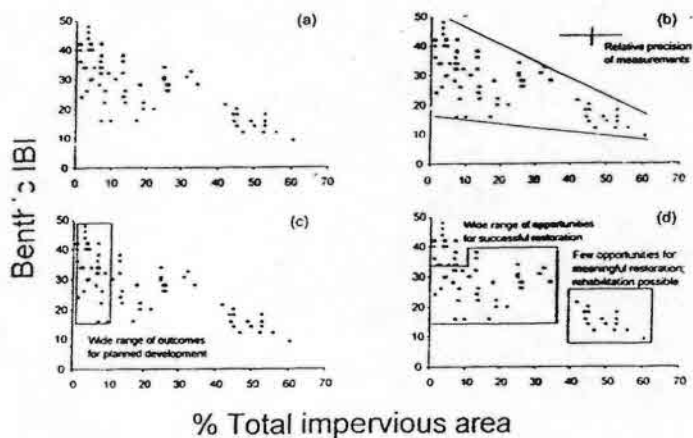
Escala entre 0 y 135

Table 2. Stream habitat variables incorporated in the Habitat Index (HI). Assigned scores are given in parentheses. See MDNR (1991) and Roth (1994) for additional detail.

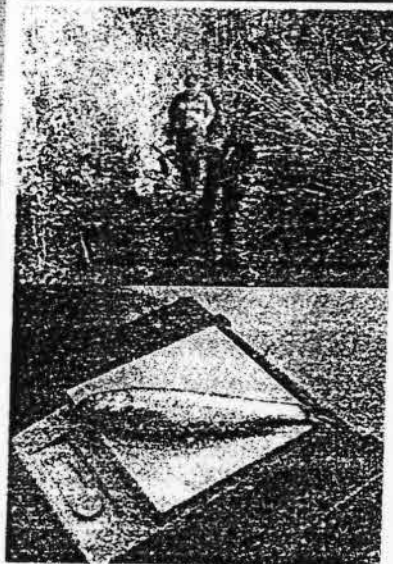
Category	Description	Range of scores
1 stable substrate/suitable cover	coarse gravels, submerged wood, undercut banks and other stable habitats	0-20
2 embeddedness	area of substrate covered with fine substrates	0-20
3 velocity depth variability	range of v: d conditions defined as: $v > 0.6 \leq 0.5 \text{ m/s}$ ; $d > 0.6 \leq 0.3 \text{ m}$	0-20
4 flow stability	natural and continuous flows vs. flashy or ephemeral, contribution of point discharges	0-15
5 siltation/deposition	extent of siltation and bottom deposition	0-15
6 pool habitat	filling of pools and around obstructions	0-15
7 bank stability	robust variety, deep pools and no debris	0-15
8 bank trends	channelized streams with uniform flow	0-15
9 bank variability	stable, minimal erosion or bank failure vs. steep gradient banks with potential for erosion	0-15
10 bank width	extent of streambank with no adjacent forest	0-15
11 vegetation	vegetation or stability, presence of riparian forest	0-15
12 riparian forest	percentage of streambank forest, area of pool and stream bed forest, presence of riparian forest	0-15



En otro estudio, el I.B.I. fue sensible a la cantidad de espacio impermeabilizado en un área con importante presencia humana



### IBI en ríos con pocas especies (ictiofauna)



#### Se han clasificado las especies:

- 8 tipos biológicos tróficos
- 11 tipos reproductivos
- 3 tipos migratorios
- 5 tipos de predilección de hábitat
- 3 tipos de tolerancia ambiental
- 3 tipos de ciclos biológicos

#### Métricas:

- Núm. sp. autóctonas/alóctonas/totales
- % sp. autóctonas/alóctonas
- Densidades
- Biomásas
- Ratios
- Individuos con parásitos

Agencia Catalana  
de l'Aigua

## Análisis del Estado Ecológico (ictiofauna)

Alta montaña	Densidad total de sp.
Montaña mediterránea	Núm. de especies Núm. sp. autóct. insectív. Presencia sp. autóctonas intolerantes
Montaña media	% sp. autóctonas % sp. intolerantes
Zonas bajas mediterráneas	% sp. autóctonas Núm. sp. insectívoras totales % sp. autóctonas presentes / sp. históricas
Eje del Ebro	Densidad de sp. longevas Densidad de sp. litófilas

Agència Catalana  
de l'Aigua

## Análisis del Estado Ecológico (índice IBICAT)



<http://fame.boku.ac.at>

Agència  
de l'Aigua





	VENTAJAS	INCONVENIENTES
<b>BACTERIAS</b>	Crecimiento rápido Cultivo fácil	Incertidumbre en la viabilidad tiempo de vida corto
<b>PROTOZOOS</b>	Fáciles de muestrear Sistema de los saprobios	Taxonomía
<b>ALGAS</b>	muestreo cuantitativo Sensibles a la eutrofia	Taxonomía Vida corta
<b>MACRO- INVERTEBRADOS</b>	muestreo muy estandarizado tiempo vida medio-largo	muestreo cuantitativo difícil Grupos heterogéneos
<b>MACRÓFITAS</b>	muestreo fácil Tamaño grande	Variabilidad natural biomasa pocas especies
<b>PECES</b>	mucha información autoecológica Parte alta red trófica	Difíciles de muestrear Movilidad elevada

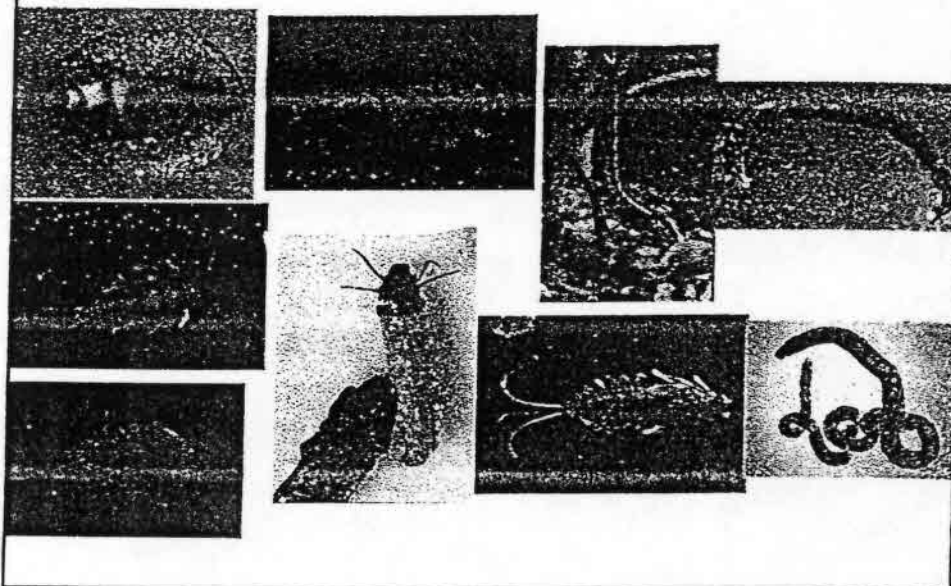
## **Indicadores BIOLÓGICOS**

	<b>Bact.</b>	<b>Protoz.</b>	<b>Algas</b>	<b>Macroinv.</b>	<b>Macrofit.</b>	<b>Peces</b>
Taxonomía	2	1	1	3	3	3
Muestreo	2	2	2	2	3	1
Distribución	3	3	3	2	2	1
Autoecología	1	1	2	2	2	2
Int. Económico	2	1	1	1	2	2
Bioacumulación	1	1	1	2	2	3
Laboratorio	2	1	2	2	2	1
Genética	1	1	2	2	2	1
Nivel trófico	1	1	1	3	1	2
Sedentariedad	1	1	2	2	3	1
Abundancia	2	2	3	1	1	1
Ciclo de vida	1	1	1	2	2	2
Tamaño	1	1	1	3	3	3
Deriva	1	1	2	2	3	1
% uso	15	17	25	30	5	6

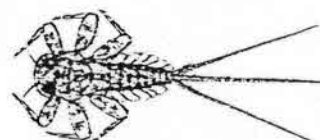
## **Macroinvertebrados**

- Viven asociados al sustrato de los cursos fluviales
  - Miden > 1 mm
  - Indicadores de condiciones ambientales:
    - físicoquímicas: temp, nutrientes, O<sub>2</sub>, cond
    - hidromorfológicas: caudal, sustrato
- 
- Muestreo con salobre modelo estándar EN 27828:1994
    - 0,5 mm de abertura de poro

## *Los macroinvertebrados*



## Muestreo Macroinvertebrados





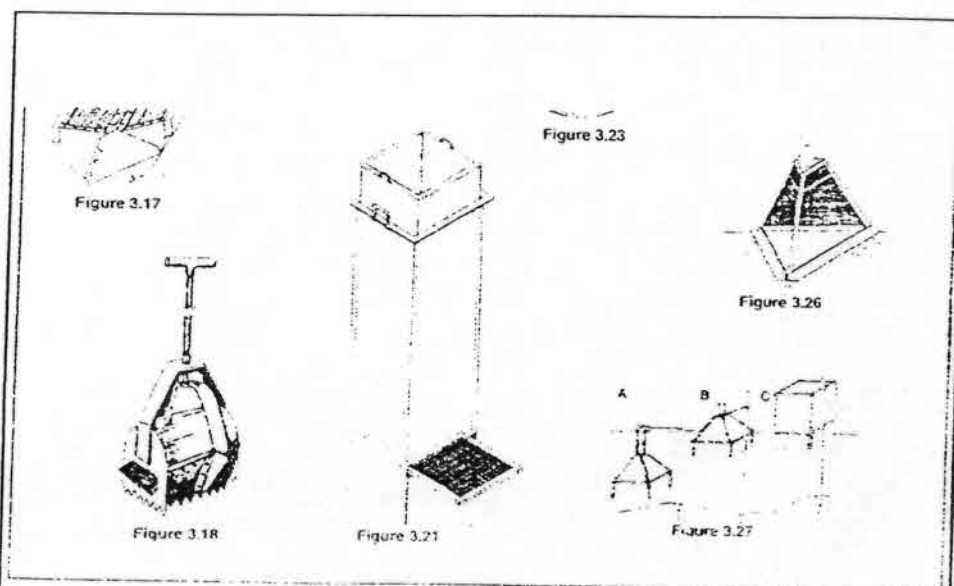
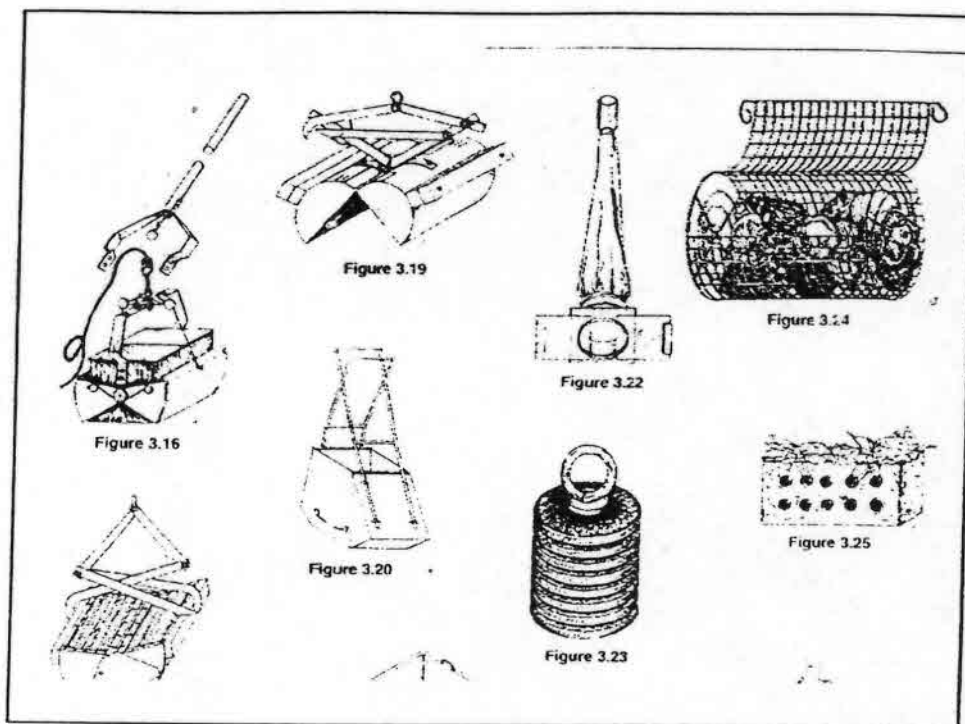


Figure 3.16. Ekman grab (with and without pole attachment)

Figure 3.17. Ekman grab

Figure 3.22. Modified Coring device

Figure 3.23. Multiple-pipe and/or multi-tube coring

## **Macroinvertebrados:** **Métodos habitualmente usados**

Method	Correlative	Cause-effect	Scale	Geographical use	Underlay theory
SO/OR level					
Bioassays, Toxicity test	NO	YES	G	W	NT
In situ on-line methods	NO	YES	G	W	NT
A/C/E level					
Species richness	NO/YES	YES/NO	G	E, NA, A, O	IDH
Sensitivity-based metrics	YES	NO	L	E, NA, A, O	IDH, NT, HT
Biotic indexes	YES	NO	R	E, NA, A, O	IDH, NT
Multimetric indexes (e.g. IBI)	YES	NO	R	E, NA	IDH, NT, HT
Multivariant (e.g. RIVPACS)	YES	NO	R	E, NA, A	NT
Amoebas	YES	NO	R	E	NT

IDH=Intermediate Disturbance hypothesis; NT: Niche Theory; HT: Habitat templet.

## **Macroinvertebrados:** **Métodos para el futuro**

Method	Correlative	Cause-effect	Scale	Geographical use	Underlay theory
SO/OR level					
Biomarkers	NO	YES	L	W	NT
Animal behaviour	NO	YES	L	E	NT
A/C/E level					
Morphological deformities	YES	NO/YES	R	E, NA	NT
Fluctuating asymmetry	YES	NO/YES	L	E, NA	NT
Adult fitness	YES	NO/YES	R	E?	NT
Paleolimnology	YES	NO	G	E, NA, A, O	NT
Species traits	YES	NO	L	E, NA	HT
Artificial intelligence techniques	YES	NO	R	E	IDH, PDC

IDH=Intermediate Disturbance hypothesis; NT: Niche Theory;  
HT: Habitat templet. PDC: Patch dynamics concept

## Biotic index *Macroinvertebrates*

EBI

IBCI

EBI

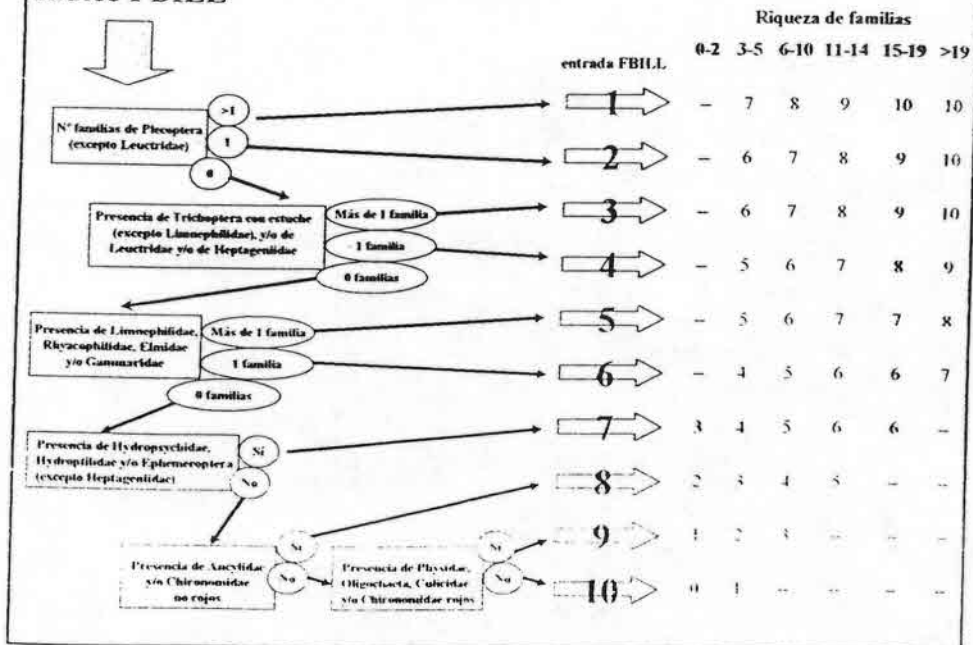
Chandler's score

BMWP, ASPT

FBILL index

IBMW

### Índice FBILL





# Índice IBMWP

Nivel Calidad	IBMWP
Muy bueno	$>100$
Bueno	61-100
Moderado	36-60
Malo	16-35
Pésimo	$\leq 15$

TAMEN		Pr.	Abund.	TAMEN		Pr.	Abund.	TAMEN		Pr.	Abund.
<b>TEROLAGINOS</b>				1	1	1	1	<b>TEROLAGINOS</b>			
1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1
2	2	2	2	3	3	3	3	2	2	2	2
3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3
4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	4	4
5	5	5	5	6	6	6	6	5	5	5	5
6	6	6	6	7	7	7	7	6	6	6	6
7	7	7	7	8	8	8	8	7	7	7	7
8	8	8	8	9	9	9	9	8	8	8	8
9	9	9	9	10	10	10	10	9	9	9	9
10	10	10	10	11	11	11	11	10	10	10	10
11	11	11	11	12	12	12	12	11	11	11	11
12	12	12	12	13	13	13	13	12	12	12	12
13	13	13	13	14	14	14	14	13	13	13	13
14	14	14	14	15	15	15	15	14	14	14	14
15	15	15	15	16	16	16	16	15	15	15	15
16	16	16	16	17	17	17	17	16	16	16	16
17	17	17	17	18	18	18	18	17	17	17	17
18	18	18	18	19	19	19	19	18	18	18	18
19	19	19	19	20	20	20	20	19	19	19	19
20	20	20	20	21	21	21	21	20	20	20	20
21	21	21	21	22	22	22	22	21	21	21	21
22	22	22	22	23	23	23	23	22	22	22	22
23	23	23	23	24	24	24	24	23	23	23	23
24	24	24	24	25	25	25	25	24	24	24	24
25	25	25	25	26	26	26	26	25	25	25	25
26	26	26	26	27	27	27	27	26	26	26	26
27	27	27	27	28	28	28	28	27	27	27	27
28	28	28	28	29	29	29	29	28	28	28	28
29	29	29	29	30	30	30	30	29	29	29	29
30	30	30	30	31	31	31	31	30	30	30	30
31	31	31	31	32	32	32	32	31	31	31	31
32	32	32	32	33	33	33	33	32	32	32	32
33	33	33	33	34	34	34	34	33	33	33	33
34	34	34	34	35	35	35	35	34	34	34	34
35	35	35	35	36	36	36	36	35	35	35	35
36	36	36	36	37	37	37	37	36	36	36	36
37	37	37	37	38	38	38	38	37	37	37	37
38	38	38	38	39	39	39	39	38	38	38	38
39	39	39	39	40	40	40	40	39	39	39	39
40	40	40	40	41	41	41	41	40	40	40	40
41	41	41	41	42	42	42	42	41	41	41	41
42	42	42	42	43	43	43	43	42	42	42	42
43	43	43	43	44	44	44	44	43	43	43	43
44	44	44	44	45	45	45	45	44	44	44	44
45	45	45	45	46	46	46	46	45	45	45	45
46	46	46	46	47	47	47	47	46	46	46	46
47	47	47	47	48	48	48	48	47	47	47	47
48	48	48	48	49	49	49	49	48	48	48	48
49	49	49	49	50	50	50	50	49	49	49	49
50	50	50	50	51	51	51	51	50	50	50	50
51	51	51	51	52	52	52	52	51	51	51	51
52	52	52	52	53	53	53	53	52	52	52	52
53	53	53	53	54	54	54	54	53	53	53	53
54	54	54	54	55	55	55	55	54	54	54	54
55	55	55	55	56	56	56	56	55	55	55	55
56	56	56	56	57	57	57	57	56	56	56	56
57	57	57	57	58	58	58	58	57	57	57	57
58	58	58	58	59	59	59	59	58	58	58	58
59	59	59	59	60	60	60	60	59	59	59	59
60	60	60	60	61	61	61	61	60	60	60	60
61	61	61	61	62	62	62	62	61	61	61	61
62	62	62	62	63	63	63	63	62	62	62	62
63	63	63	63	64	64	64	64	63	63	63	63
64	64	64	64	65	65	65	65	64	64	64	64
65	65	65	65	66	66	66	66	65	65	65	65
66	66	66	66	67	67	67	67	66	66	66	66
67	67	67	67	68	68	68	68	67	67	67	67
68	68	68	68	69	69	69	69	68	68	68	68
69	69	69	69	70	70	70	70	69	69	69	69
70	70	70	70	71	71	71	71	70	70	70	70
71	71	71	71	72	72	72	72	71	71	71	71
72	72	72	72	73	73	73	73	72	72	72	72
73	73	73	73	74	74	74	74	73	73	73	73
74	74	74	74	75	75	75	75	74	74	74	74
75	75	75	75	76	76	76	76	75	75	75	75
76	76	76	76	77	77	77	77	76	76	76	76
77	77	77	77	78	78	78	78	77	77	77	77
78	78	78	78	79	79	79	79	78	78	78	78
79	79	79	79	80	80	80	80	79	79	79	79
80	80	80	80	81	81	81	81	80	80	80	80
81	81	81	81	82	82	82	82	81	81	81	81
82	82	82	82	83	83	83	83	82	82	82	82
83	83	83	83	84	84	84	84	83	83	83	83
84	84	84	84	85	85	85	85	84	84	84	84
85	85	85	85	86	86	86	86	85	85	85	85
86	86	86	86	87	87	87	87	86	86	86	86
87	87	87	87	88	88	88	88	87	87	87	87
88	88	88	88	89	89	89	89	88	88	88	88
89	89	89	89	90	90	90	90	89	89	89	89
90	90	90	90	91	91	91	91	90	90	90	90
91	91	91	91	92	92	92	92	91	91	91	91
92	92	92	92	93	93	93	93	92	92	92	92
93	93	93	93	94	94	94	94	93	93	93	93
94	94	94	94	95	95	95	95	94	94	94	94
95	95	95	95	96	96	96	96	95	95	95	95
96	96	96	96	97	97	97	97	96	96	96	96
97	97	97	97	98	98	98	98	97	97	97	97
98	98	98	98	99	99	99	99	98	98	98	98
99	99	99	99	100	100	100	100	99	99	99	99
100	100	100	100	101	101	101	101	100	100	100	100
101	101	101	101	102	102	102	102	101	101	101	101
102	102	102	102	103	103	103	103	102	102	102	102
103	103	103	103	104	104	104	104	103	103	103	103
104	104	104	104	105	105	105	105	104	104	104	104
105	105	105	105	106	106	106	106	105	105	105	105
106	106	106	106	107	107	107	107	106	106	106	106
107	107	107	107	108	108	108	108	107	107	107	107
108	108	108	108	109	109	109	109	108	108	108	108
109	109	109	109	110	110	110	110	109	109	109	109
110	110	110	110	111	111	111	111	110	110	110	110
111	111	111	111	112	112	112	112	111	111	111	111
112	112	112	112	113	113	113	113	112	112	112	112
113	113	113	113	114	114	114	114	113	113	113	113
114	114	114	114	115	115	115	115	114	114	114	114
115	115	115	115	116	116	116	116	115	115	115	115
116	116	116	116	117	117	117	117	116	116	116	116
117	117	117	117	118	118	118	118	117	117	117	117
118	118	118	118	119	119	119	119	118	118	118	118
119	119	119	119	120	120	120	120	119	119	119	119
120	120	120	120	121	121	121	121	120	120	120	120
121	121	121	121	122	122	122	122	121	121	121	121
122	122	122	122	123	123	123	123	122	122	122	122
123	123	123	123	124	124	124	124	123	123	123	123
124	124	124	124	125	125	125	125	124	124	124	124
125	125	125	125	126	126	126	126	125	125	125	125
126	126	126	126	127	127	127	127	126	126	126	126
127	127	127	127	128	128	128	128	127	127	127	127
128	128	128	128	129	129	129	129	128	128	128	128
129	129	129	129	130	130	130	130	129	129	129	129
130	130	130	130	131	131	131	131	130	130	130	130
131	131	131	131	132	132	132	132	131	131	131	131
132	132	132	132	133	133	133	133	132	132	132	132
133	133	133	133								

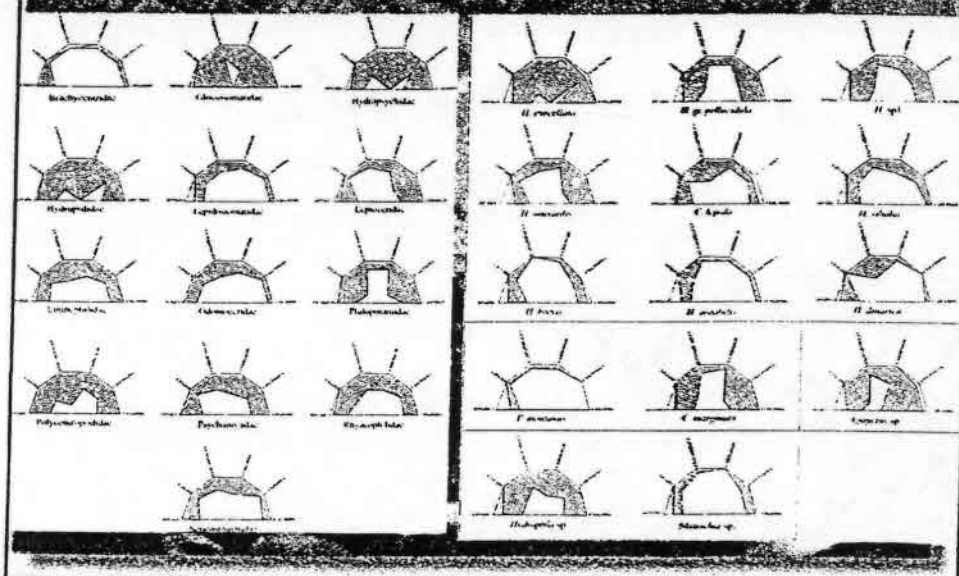
[illegible]

## Australia



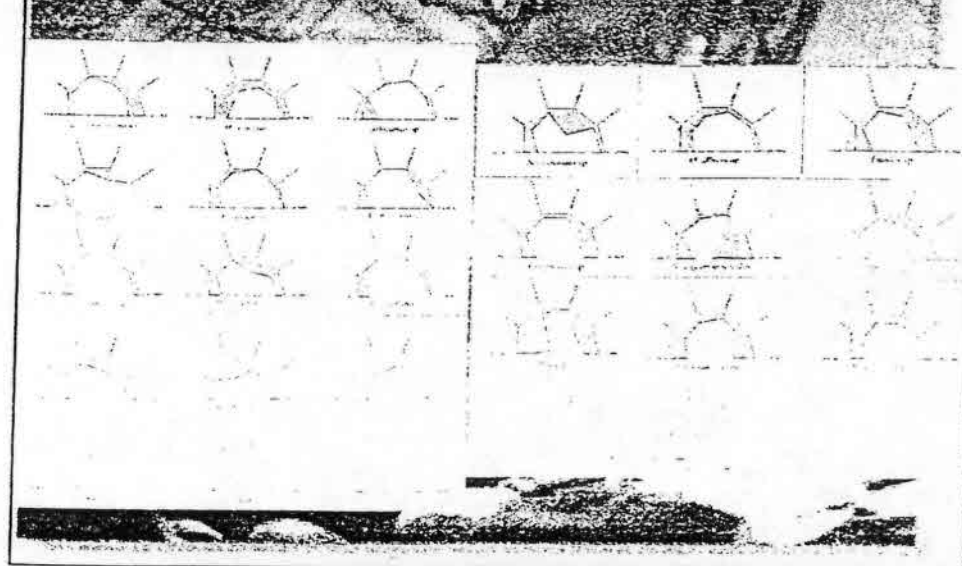
# Como calcular el valor de tolerancia:

## Para los acotados



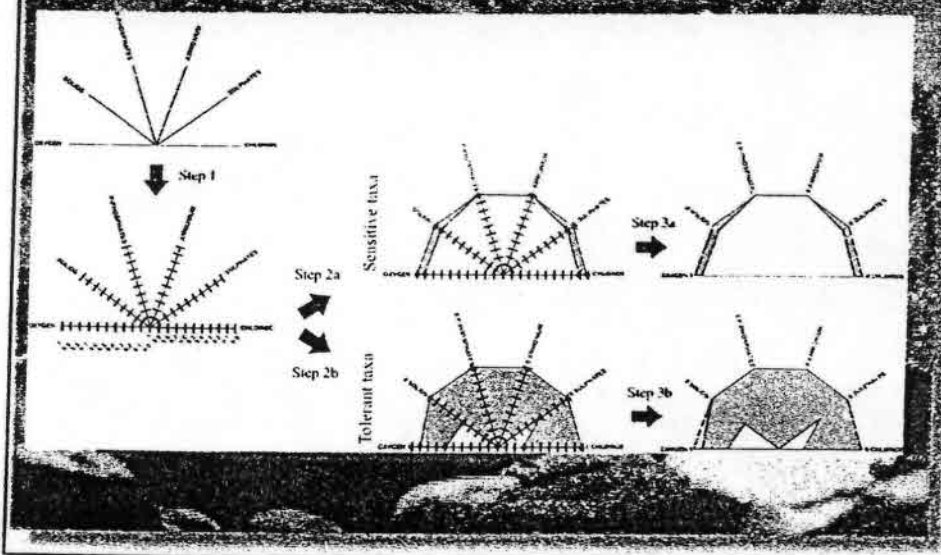
# Como calcular el valor de tolerancia:

## Para los acotados



## Como calcular el valor de tolerancia:

Por los organismos



## cálculo del grado de intolerancia

$$DIS = (10/n) \left[ \sum_{i=1}^n (1 - \max_j) + \sum_{j=1}^n \min_i \right]$$

$$DIS = (10/6) \left[ \sum_{i=1}^6 (1 - \max_j) + \sum_{j=1}^6 \min_i \right]$$

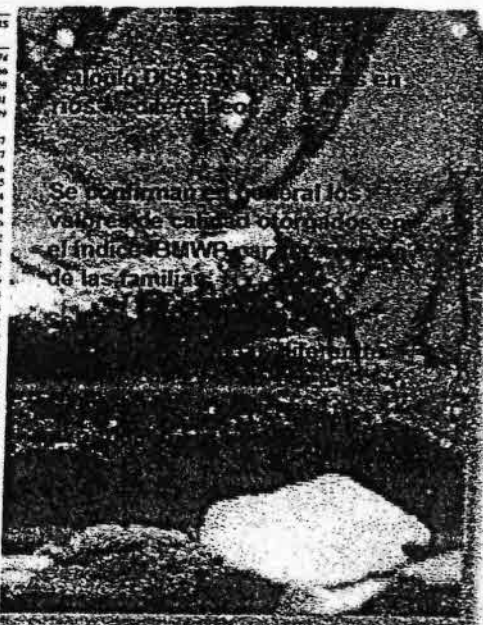
i = valores de parámetros de contaminación que los organismos no toleran de forma creciente, en este caso: sólidos en suspensión, P-fosfatos, amonio, sulfatos y cloruro

j = valores de parámetros que son mas altos cuando los organismos son mas abundantes (en este caso oxígeno)

DIS varia entre 0 y 10

Table 1  
Sensitivity to pollution (DIS values) for caddisfly families and genera  
species collected from Spanish Mediterranean basin (Abercrombie). DIS  
scores run from sensitive taxa at the top to tolerant taxa at the bottom.  
The score assigned to each family in IBMWP index is also presented  
for comparison

Family	DIS	IBMWP Taxon	DIS
Brachycentridae	9.42	<i>Helioes tenuilatus</i>	4.74
Lepidostomatidae	7.95	<i>Phlebotomus montana</i>	8.66
Odonotomidae	7.58	<i>Miktonetia novae</i>	8.58
Sericozetidae	7.45	<i>Potamophylax hispanica</i>	8.41
Limnephilidae	6.53	<i>Acronychia pygmaea</i>	8.39
		<i>Chironomus</i>	
Lepidostomatidae	6.32	<i>Adrianae</i> sp.	8.37
Psychomyidae	6.15	<i>Chironomus</i> sp.	8.37
Rhyacophidae	6.09	<i>Miktonetia novae</i>	8.26
Polycnemidae	5.66	<i>Adrianae</i> sp.	8.25
Phlebotomidae	4.84	<i>Rhyacophila arvalis</i>	8.24
Hydropsychidae	3.56	<i>Potamophylax hispanica</i>	8.24
Hydropsychidae	3.22	<i>Hydropsyche dorsalis</i>	8.10
Glossosomatidae	2.99	<i>Limnephila hispanica</i>	8.02
		<i>Chironomus</i> sp.	7.94
		<i>Rhyacophila dorsalis</i>	7.97
		<i>Myrtilus</i> sp.	7.79
		<i>Stenophylax</i> sp.	7.74
		<i>Limnephila hispanica</i>	7.64
		<i>Hydropsyche dorsalis</i>	7.62
		<i>Hydropsyche dorsalis</i>	7.60
		<i>Hydropsyche dorsalis</i>	7.50
		<i>Hydropsyche dorsalis</i>	7.45
		<i>Adrianae</i> sp.	7.39
		<i>Sericozetia</i> sp.	7.35
		<i>Plecoptera</i> sp.	7.30
		<i>Rhyacophila</i> sp.	7.02
		<i>Polycnemus hispanica</i>	6.92
		<i>Chironomus</i> sp.	6.86
		<i>Trichia</i> sp.	6.82
		<i>Myrtilus</i> sp.	6.80
		<i>Rhyacophila dorsalis</i>	6.80
		<i>Hydropsyche</i> sp.	6.14
		<i>Polycnemus hispanica</i>	6.04
		<i>Hydropsyche dorsalis</i>	5.97
		<i>Hydropsyche</i> sp.	5.77
		<i>Stenophylax</i> sp.	5.66
		<i>Rhyacophila dorsalis</i>	5.54
		<i>Chironomus</i> sp.	5.20
		<i>Hydropsyche</i> sp.	4.96
		<i>Adrianae</i> sp.	3.55
		<i>Hydropsyche</i> sp.	2.59

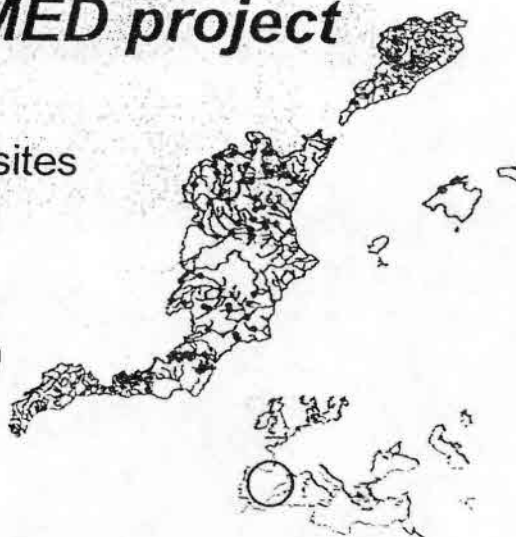


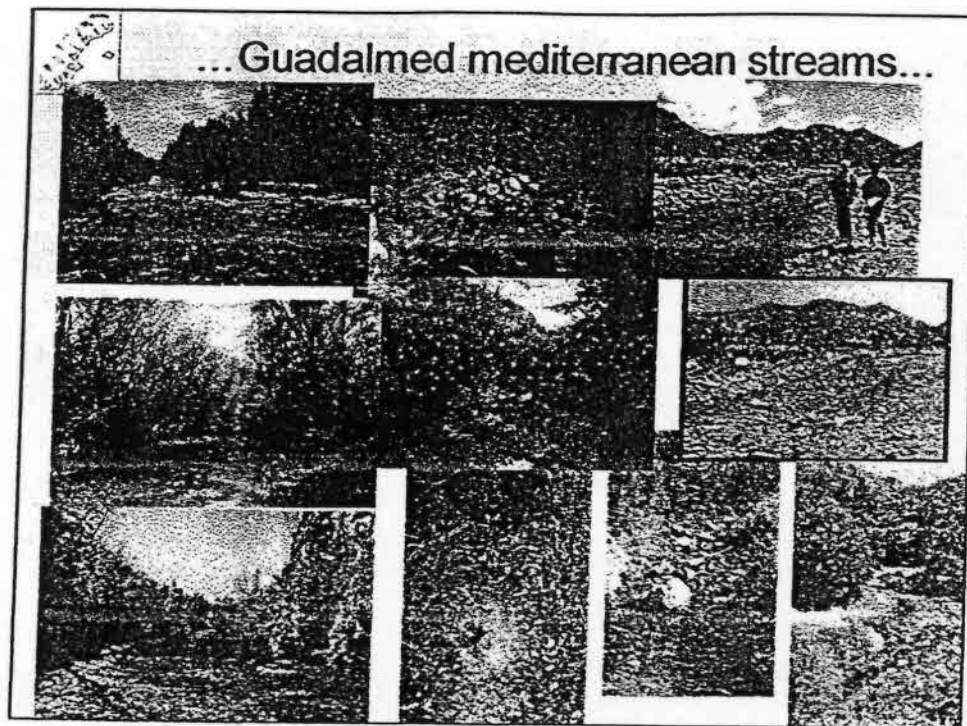
## UTILIZACIÓN DE LOS ÍNDICES BIÓTICOS

Uso del índice IBMWP o FBILL en distintos casos



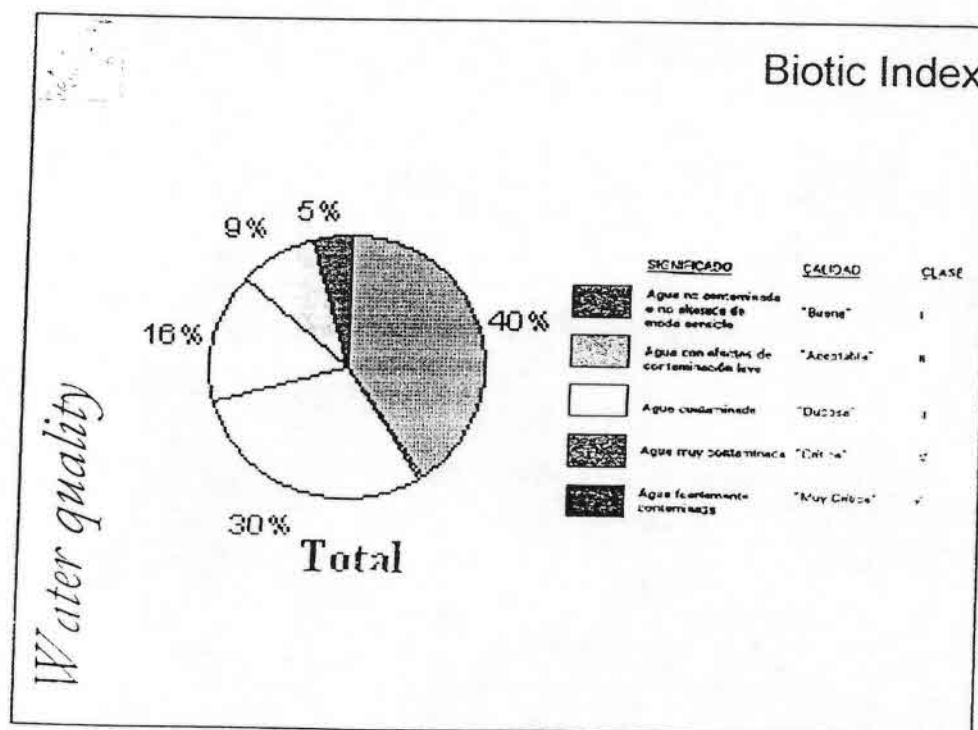
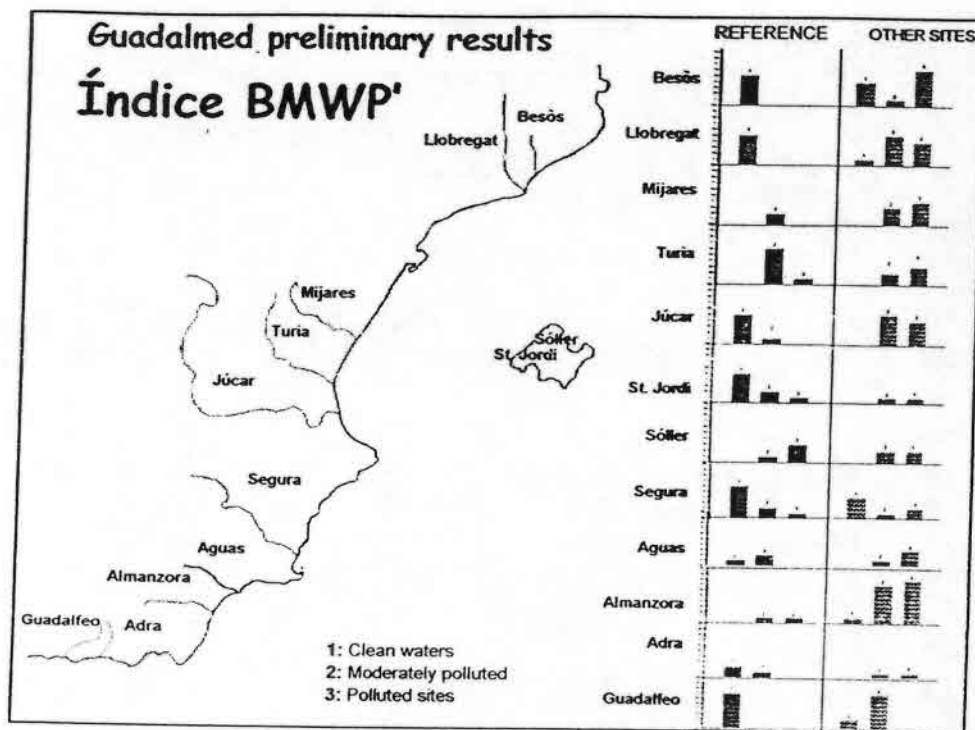
- ▶ 154 sampling sites
- ▶ 12 catchments
- ▶ 7 Sampling periods during 1999 and 2000



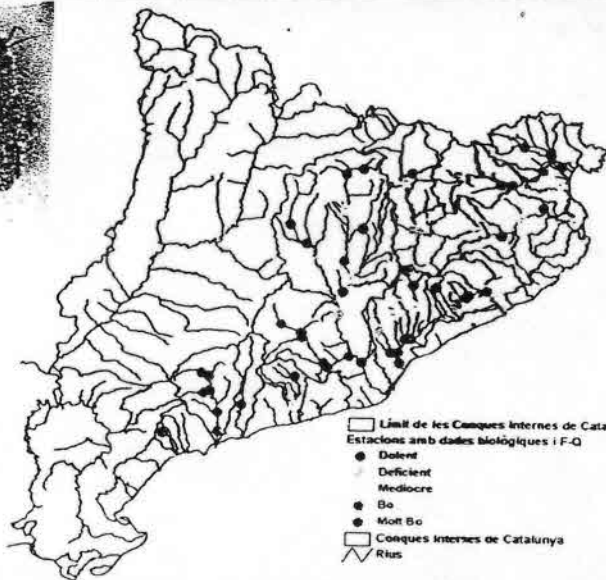
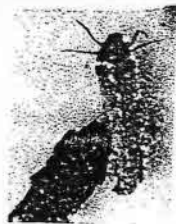


## Macroinvertebrates, Results

- 127 taxa
- 79% insects
- Diptera and Trichoptera more abundant
- Chironomidae, Baetidae and Oligochaeta more frequent
- Mean number of taxa per sampling point=18
- Maximum number of taxa collected in a station=46



## Anàlisi de l'Estat Ecològic (índex BMWPC)



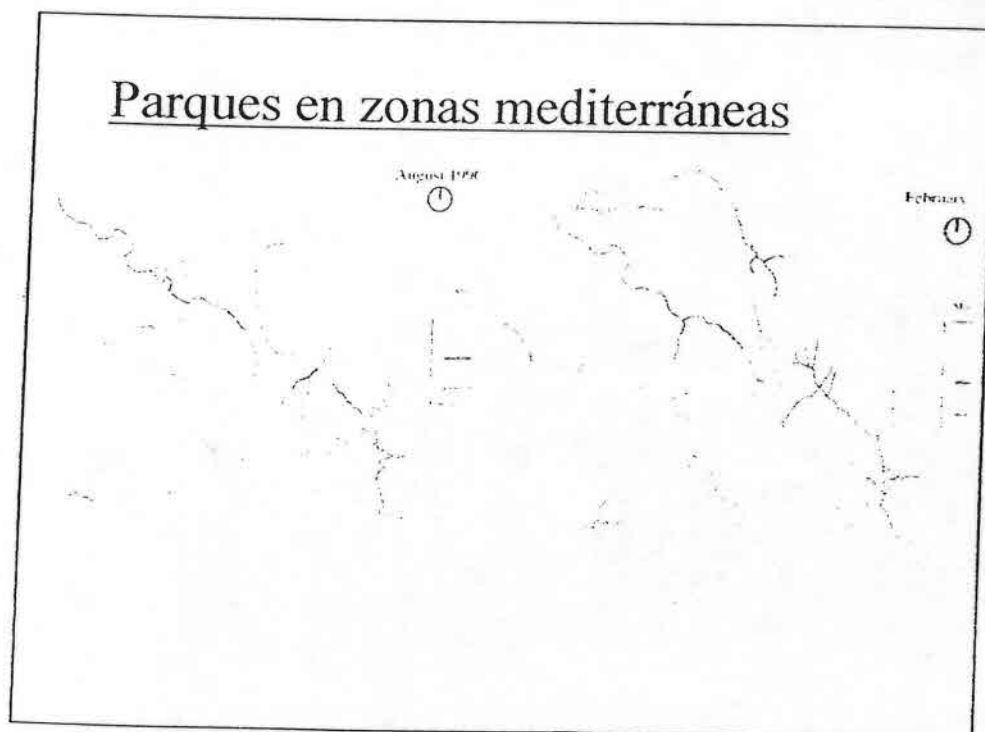
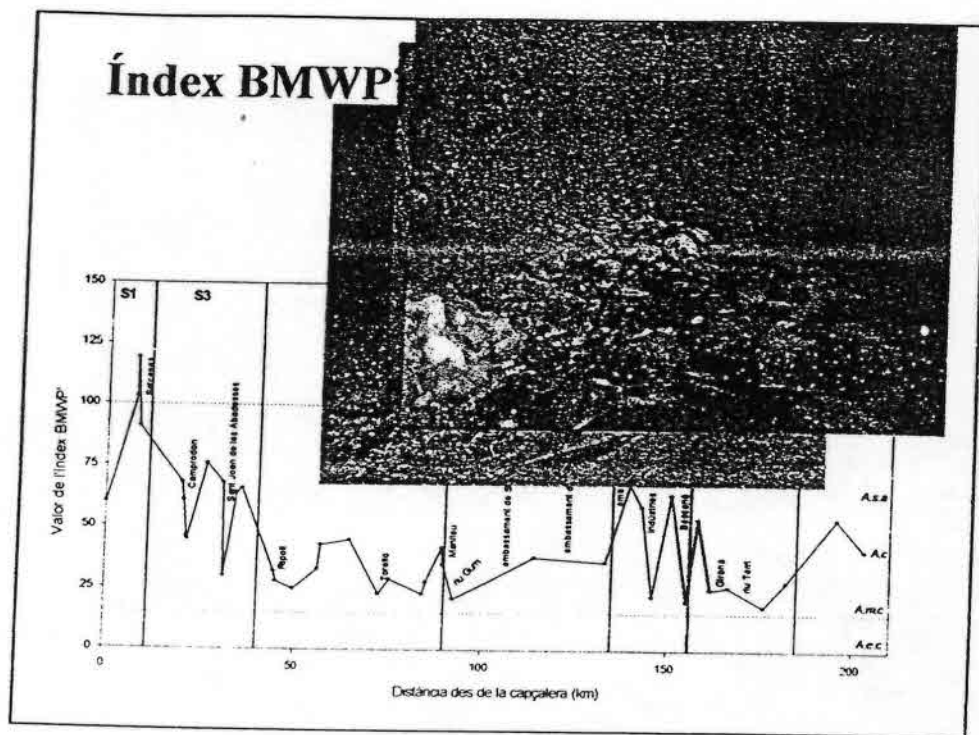
Agg  
de l'any

## Índice BMWP'

	2001		2002	
BMWP'	Nº estaciones	%	Nº estaciones	%
Aguas muy limpias	222	55,6	215	53,8
Contaminación moderada	61	15,3	67	16,8
Aguas contaminadas	46	11,5	47	11,8
Aguas muy contaminadas	43	10,8	42	10,5
Aguas fuertemente contaminadas	9	2,3	16	4,0
Secos	18	4,5	13	3,3
Total	399*	100	400	100

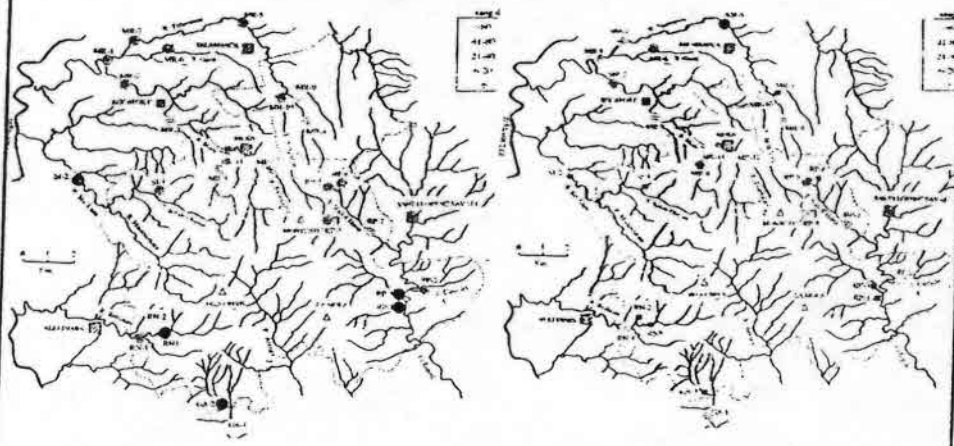
URS







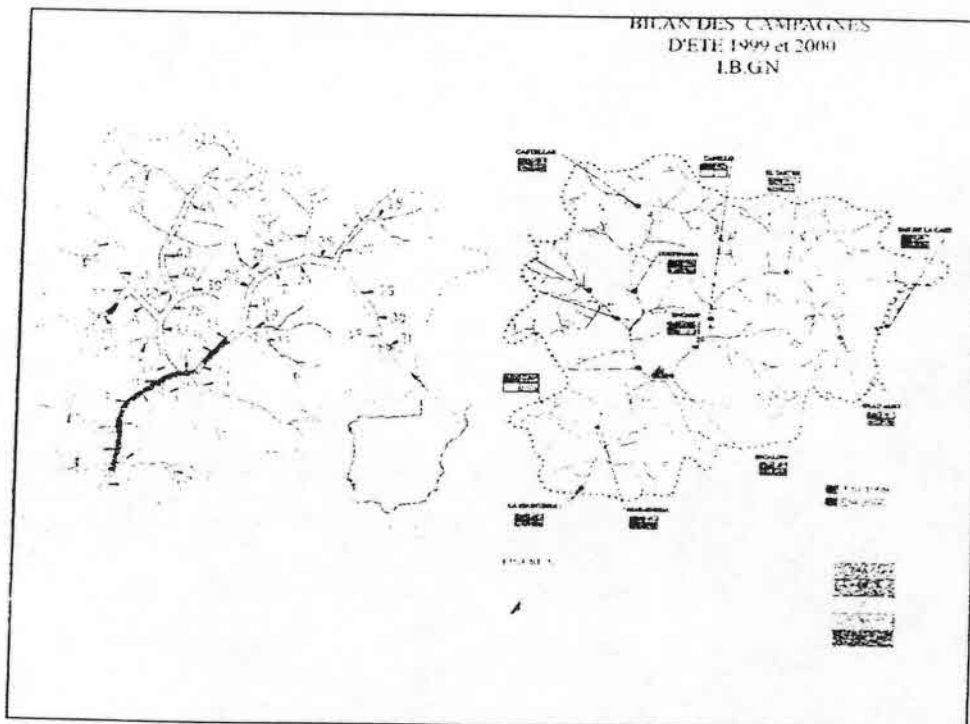
## Calidad biológica del agua



**FEBRERO**

**AGOSTO**

BILAN DES CAMPAGNES  
D'ETE 1999 et 2000  
I.B.G.N



## **RBP`s: Protocolos rápidos de evaluación biológica**

- Elaborados por la EPA como consecuencia de la necesidad de coordinar los diferentes métodos usados en los estados americanos
- Existen para todos los grupos. Se encuentran descritos en la web de la EPA y publicados por Barbour et al.
- Vamos a sintetizar el referido a los macroinvertebrados.

## **RBP`s: Macroinvertebrados**

- Un solo habitat, multihabitat
- Multihabitat, Red D standard, 500 micras,
- 1 - Se delimita una zona de 100 metros lineales del río
- 2 - Rellenar la hoja de campo con información fisico-química y con los datos del lugar.
- 3 - Dibujar un mapa del lugar con los detalles de interés i los lugares donde se tomaron los macroinvertebrados
- 4 - Realizar un estudio del porcentaje de importancia de cada uno de los habitats presentes en el río (rápidos, zonas de arena, zonas lentas, zonas con macrófitas etc..).

### **RBP`s: Macroinvertebrados, muestreo**

- Se toman 20 muestras de "kick", que consiste en remover el sustrato 0,5 metros delante de la red. Las muestras se distribuyen proporcionalmente entre los habitats encontrados en el río.
- Se unen todas las muestras en una de sola. Se van lavando (cada 3 kicks) para evitar que la red se colmate. Se quitan los cantos gruesos y los residuos de material vegetal grande.
- Se transfiere la muestra a un bote y se fija con etanol al 95%. Se identifica convenientemente.
- Se documenta la presencia de fauna y flora en la zona que no sean macroinvertebrados para información complementaria
- Se realiza la medida de la evaluación del habitat

### **RBP`s: Procesado de las muestras**

- Lavar la muestra en un tamiz de 500 micras, hidratar bien los animales si están fijados con alcohol.
- Después de lavar distribuir la muestra en una bandeja marcada con cuadrículas de 6 x 6 cm. Separar los organismos muy grandes visibles en la bandeja que después incluiremos en las cuentas finales.
- Separar 200 individuos, si hay muchos más en la muestra se saca una submuestra escogida al azar.
- Guardar los individuos en viales si no se va a proceder a su clasificación. Identificar con etiquetas.

## **RBP`s: Identificación**

- Los individuos deben identificarse al mas detallado nivel taxonómico posible.
- Para quironómidos preparar en portaobjetos con euparal para su posterior identificación.
- Etiquetar bien todos los viales y preparaciones.
- Calcular las métricas necesarias para proceder a la calificación de la calidad del agua de acuerdo con las especificaciones para cada ecoregión.
- Se pueden usar métricas simples (índices biológicos) o agregación de métricas (que son diferentes según las ecoregiones).

## Protocolos

- Pretenden estandarizar los resultados, hacerlos comparables y fácilmente comprensibles para la administración
- Tienen su origen en EUA, actualmente mucho interés en Europa para hacer comparativos los resultados entre diferentes estados y sistemas

## Protocolo AQUEM

- Proyecto de investigación de la Comunidad Europea
- Podría ser el protocolo "oficial" para los estudios de la Directiva Marco del Agua
- Inicialmente para macroinvertebrados, actualmente está en desarrollo para diferentes grupos de organismos (programa STAR).

- Está muy bien explicado en la página web del proyecto y además tiene un software que permite calcular los índices y el estado ecológico
- Se basa en un conjunto de 10 protocolos para las diferentes fases de que consta la evaluación de la calidad (establecimiento de las clases ecológicas de calidad)

## Protocolo AQUEM

- 1 – Clasificar el río problema en un tipo determinado, esto es básico pues el tipo influye en la época en que hay que muestrear, en algunos procedimientos de laboratorio y en el uso de diferentes métricas.
- 2 – Reunir las características básicas del lugar de estudio (protocolo del lugar de muestreo), referentes a morfología fluvial, hidrología, vegetación etc. ES imprescindible antes de muestrear el caracterizar con el protocolo específico los microhabitats y su abundancia relativa.
- 3 - Muestreo biológico. Consta de varios protocolos para realizar un muestreo multihabitat semi-cuantitativo. El muestreo se realiza de abajo a arriba del sentido de la corriente.

### Protocolo AQUEM: Muestreo biológico

- Se toman 20 réplicas de superficie de  $0,25 \times 0,25 \text{ m.}$ , con lo que la superficie total muestreada es de  $1,25 \text{ m}^2$ . Todas las muestras se mezclan en una sola muestra final.
- Se puede muestrear con Surber o con una red traingaular o cuadrangular, siempre que se remueva bien el sustrato y se recojan todos los organismos.
- Malla de la red de 500 micras
- Se lava la muestra cada 2 o 3 réplicas. Se quitan los cantos y los restos vegetales grandes. Se inspeccionan para quitar los animales sésiles
- Se transfiere la muestra a un bote y se fija con formol. Si se fija con etanol hay que mirar la muestra rápidamente. También se puede tomar la muestra viva pero hay que conservarla en una nevera y mirarla en 48 horas.

### Protocolo AQUEM: Operaciones post-muestreo

- Filtrado de las muestras: Se separan las muestras en dos fracciones, la gruesa ( $>1 \text{ mm}$  si es arena o  $>2 \text{ mm}$  si son cantos).
- La muestra gruesa se separa completamente (en campo o laboratorio). Solo si el número de individuos es  $> 500$  se pueden hacer submuestras.
- De la muestra fina se separan como máximo 500 individuos, si se sospecha que hay mas se va sub-muestreando hasta que el número aproximado que se tiene es este.
- Dependiendo del tipo de río no es necesario separar la muestra fina. Por esto es tan importante la muestra fina.
- Separación de la muestra: Se separan los organismos en grupos por clases taxonómicas.

## Protocolo AQUEM: Identificación

- El nivel taxonómico requerido es diferente según el método (métrica) que se utilice. AQUEM es un método **multimétrico** y por ello utiliza diferentes métricas según el tipo de río.
- Según los países se usan diferentes niveles taxonómicos (especie, género o familia) o diferentes métricas, ello depende del tipo de río.
- Antes del cálculo de las métricas hay que hacer un ajuste taxonómico en el que se agregan las especies o grupos de taxa en unidades taxonómicas o bien se separan los taxa determinados a nivel de género (por ejemplo *Baetis* spp) en diferentes especies de acuerdo con la abundancia relativa de estas.
- El cálculo se realiza con un software que el propio método proporciona. El tipo de río es muy importante. Las métricas se pueden escoger de acuerdo con el estresante específico.
- El método sugiere en función de los resultados posibles medidas de restauración

### Principales métricas usadas en los métodos **multimétricos**

CATEGORIA	MÉTRICA	RESPUESTA
Riqueza	Número total de taxa	Disminución
	EPT taxa	Disminución
	Taxa efemerópteros	Disminución
	Taxa Plecoptera	Disminución
	Taxa Trichoptera	Disminución
Composición	%EPT	Disminución
	%Quironómidos	Aumento
Tolerancia/Intolerancia	Número de taxa intolerantes	Disminución
	% de organismos tolerantes	Aumento
	% del taxon dominante	Aumento
Alimentación	% Filtradores	Variable
	% Ramoneadores	Disminución
Habitat		
	% de animales agarrados	Disminución

# Evaluación de las características hidromorfológicas de los ríos

Narcís PRAT

Departament d'Ecologia



## The alluvial/riparian landscapes

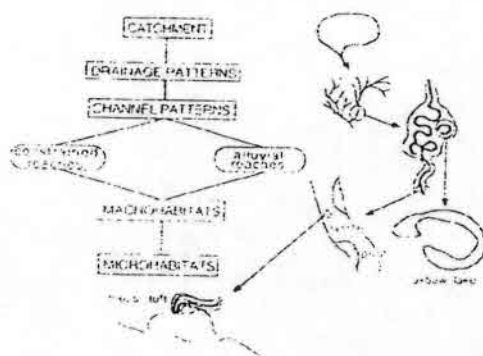
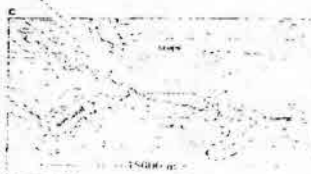
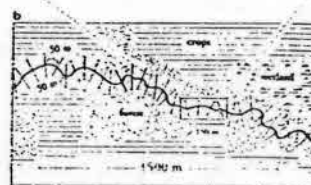
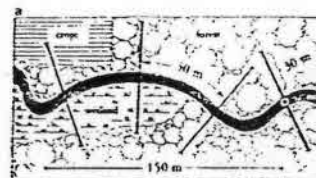
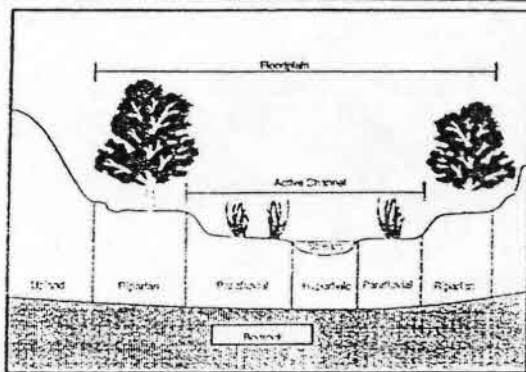
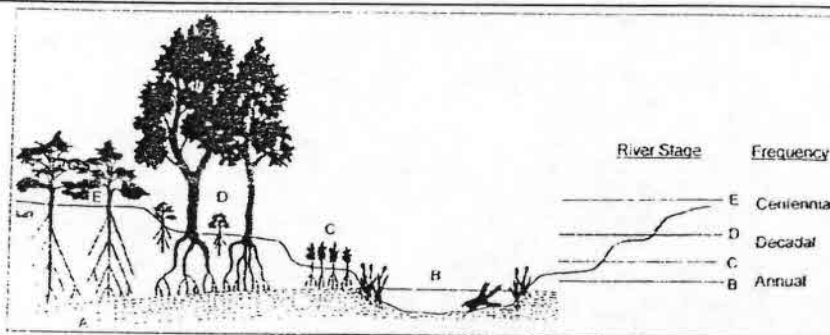
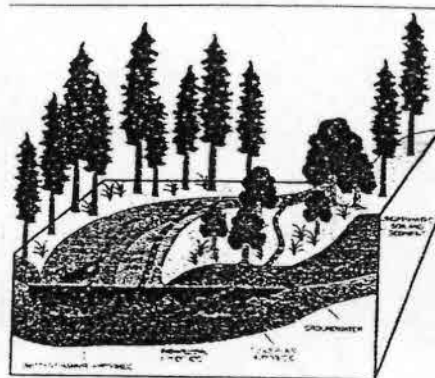


Fig. 1. A geomorphic hierarchy of river landscapes.





## Channel/Riparian connections



# RIPARIAN FUNCTIONS

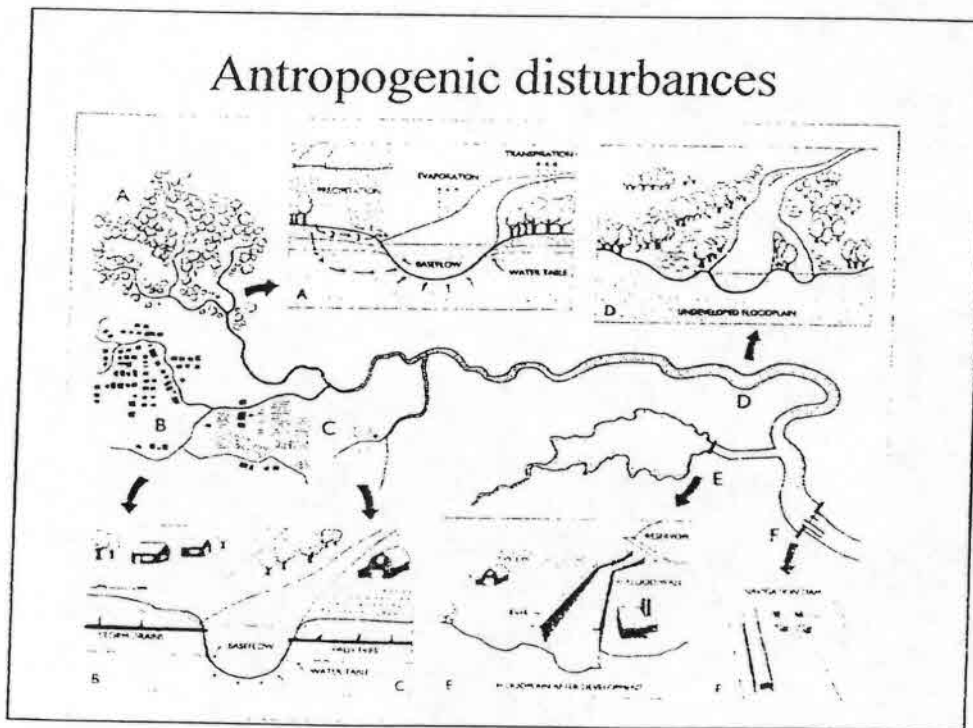
Riparian area

- Biological corridor
- Nutrient and pollution "filter"
- Particular species habitat
- Microclimate (humidity)
- Flood regulation
- Place for wetlands (conservation/rest)

Banks

Channel

## Antropogenic disturbances

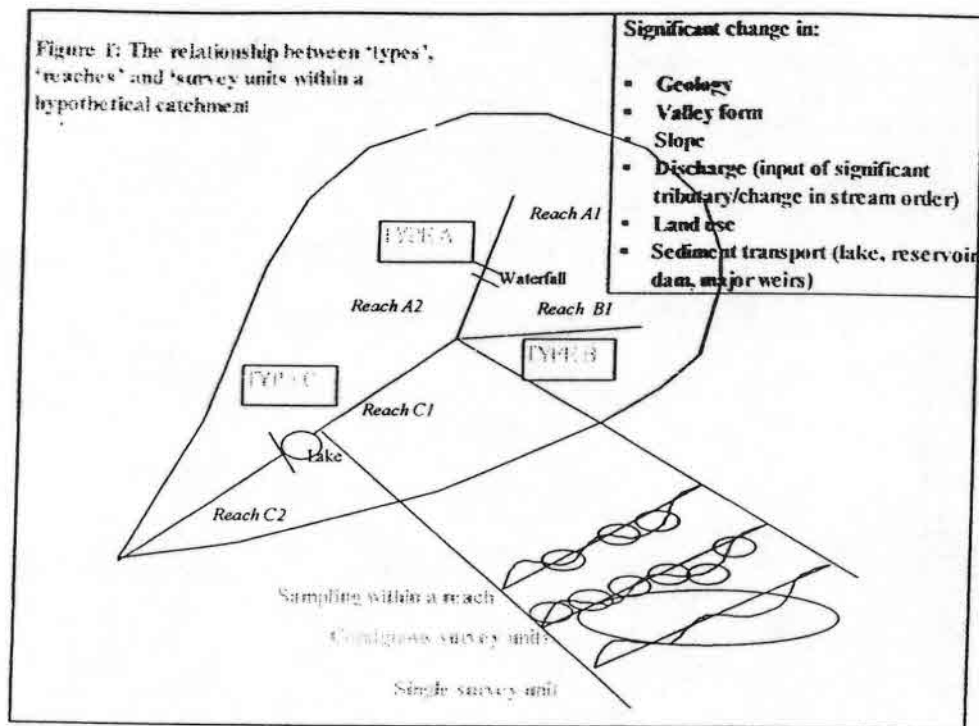


## ELEMENTOS DE CARACTERIZACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO (RÍOS)

<u>BIOLOGÍA</u>	<u>HIDROMORFOLOGÍA</u>
<u>FITOPLANCTON</u>	<u>Régimen hidrológico</u>
Composición taxonómica	Cantidad y dinámica del flujo
Abundancia	Conexión a aguas subterráneas
Proliferaciones algales	<u>Continuidad del río</u>
<u>MACROFITOS Y FITOBENTOS</u>	Permite la migración y el transporte
Composición taxonómica	<u>Condiciones morfológicas</u>
Abundancia	Tipo de canal, anchura, profundidad, velocidad, sustrato, riberas
Proliferaciones bacterianas	<u>CONDICIONES FÍSICOQUÍMICAS</u>
<u>INVERTEBRADOS</u>	Condiciones generales
Composición	Temperatura
Abundancia	Oxígeno
Cocientes de tasa sensibles/ insensibles a perturbaciones	PH
Diversidad	Capacidad neutralización ácidos
<u>ICTIOFAUNA</u>	Salinidad
Composición	Nutrientes
Abundancia	Contaminantes sintéticos específicos
Especies sensibles a perturbaciones	Contaminantes sintéticos no específicos
Estructura de edades	

CEN TC 230/WG 2/TG 5: N30

## A GUIDANCE STANDARD FOR ASSESSING THE HYDROMORPHOLOGICAL FEATURES OF RIVERS



### Survey Length:

100 / 500 / 1000 m (purpose of assesment and river size)

### Lateral survey boundaries:

Standard, 50 m on either side.  
Not extended beyond embankments.  
Notes about potential floodplain

### Timing and frequency:

Low flow conditions  
5-10 years. Large basins not under threat, 10% sites surveyed

### Reference conditions: Criteria to be used

Bed and bank character  
Freedom of lateral movement  
Free flow of water and sediment in the channel  
Vegetation in the riparian zone

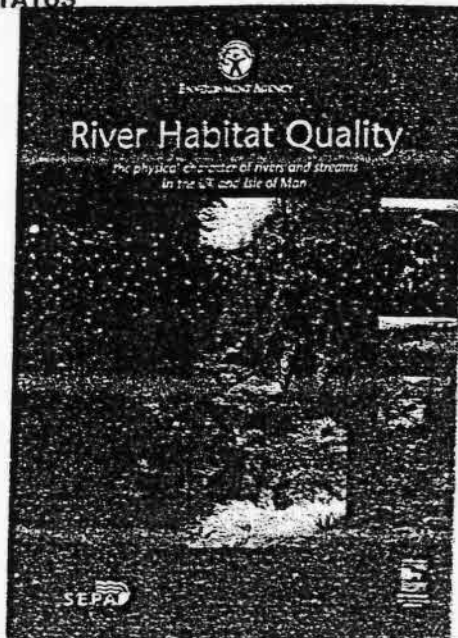
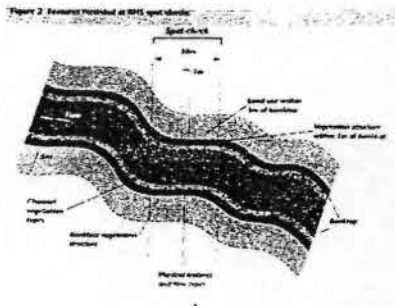
id	Assessment Categories	Generic Features	Examples of Attributes Assessed
	<b>CHANNEL</b>		
	Channel geometry	Planform	Braiding, sinuosity Modifications to natural planform
		Longitudinal section	Gradient, long section profiles
		Cross-section	Variations in cross-section shown by depth, width, bank profiles, etc.
	Substrates	Artificial	Concrete, bed-forms
		Natural substrate types	Undisturbed (non-movable) bedforms, bedrock, etc. Large (boulders and cobbles) Coarse (pebbles and gravel) Fine (sand) Binding (silt and clay) Organic (peat, etc.)
		Management/catchment impacts	Degree of siltation, erosion
	Channel vegetation & organic debris	Structural form of macrophytes present	Emergent, free-floating, broad-leaved submerged, bryophytes
		Leafy and woody debris	Type and size of feature material
		Vegetation management	Wood cutting
	Bar and deposition character	Features in channel and at base of bank	Point bars, side bars, mid-channel bars and islands (vegetated or bare) Stable or moving cliffs (stepped or terraced banks)
	Flow	Flow pattern	Free-flow, rippled, smooth Effect of artificial structures (groynes, deflectors)
		Flow features	Pools, riffles, glides, runs
		Discharge regime	Diffusers, augmentation points, water transfers, flood-pedding
	Longitudinal continuity as affected by artificial structures	Artificial barriers affecting continuity of flow, sediment transport and migration for biota	Weirs, sluices, cross-beds, culverts

<b>RIVER BANKS/ RIPARIAN ZONE</b>		
Bank structure and modifications	Bank materials	Gravel, sand, clay, artificial
	Types of riverbank bank protection	Sheet piling, stone walls, gabions
	Bank profiles	Cliffs, berms, regraded, terraced, eroding, depositing
Vegetation type structure on banks and adjacent land	Structure of vegetation	Vegetation types, stratification, continuity
	Vegetation management	Bank mowing, tree felling
	Types of land-use, extent and types of development	Agriculture, urban development
<b>FLOODPLAIN</b>		
Adjacent land-use and associated features	Types of land-use, extent and types of development	Floodplain forest, agriculture, urban development
	Types of open water/wetland features	Ancient fluvial/floodplain features (cut-off meanders, remnant channels, bogs) Artificial water features (irrigation channels, fish ponds, gravel pits)
Degree of connectivity between river and floodplain	Degree of constraint to potential mobility of river channel and water flow across floodplain	Barriers, moats and dikes, structures with hard, smooth bank, geomorphic flood walls, and other constraining features
	Continuity of floodplain	Continuous, with various structures partitioning the floodplain



**METHODS TO MEASURE HYDROMORPHOLOGICAL ECOLOGICAL STATUS**

**River Habitat Survey (RHS)**



**METHODS TO MEASURE HYDROMORPHOLOGICAL ECOLOGICAL STATUS**

**River Habitat Survey (RHS)**

**HABITAT QUALITY ASSESMENT (HQA)**

Uses the following features: Flow types, Channel substrates, Channel features, Bank features, Bank vegetation structure, Point bars, In-Stream channel vegetation, Land-use within 50 m, Trees and associated features, Special features.

**HABITAT MODIFICATION SCORE (HMS) v 1.1**

- A: Modifications at spot checks (AR, RI ....)
- B: Modifications present but not recorded at spot checks (Dam..)
- C: Score for features in site as a whole (Footbridge...)

**Scoring:**  
Depending of the type.  
Do not compare directly  
upland and lowland  
streams

The guadalmed approach to hydromorphological status assesment



**Objective: To evaluate the hydromorphological condition of mediterranean streams in a simple way.**

**The riparian area was evaluated using the QBR index**

**In-stream condicions were assesed using an index of fluvial heterogeneity**

The guadalmed approach to hydromorphological status assesment

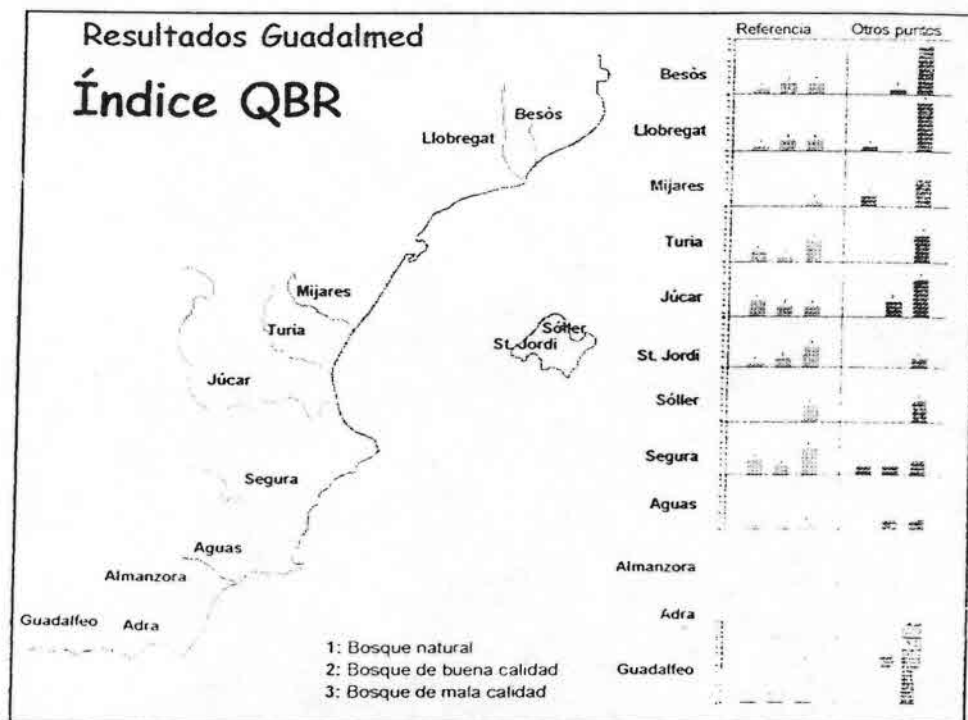
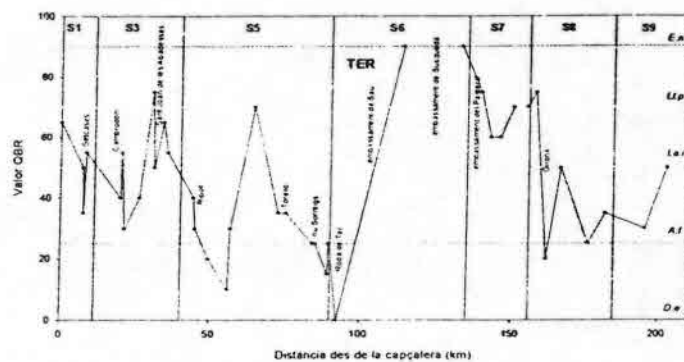


✿ ***Index QBR*** four parts, 0-25 points each

- Vegetation cover, including lateral continuity
- Cover structure (trees, shrubs,)
- Biodiversity of trees according to geomorphology and accounting for non indigenous species
- Man-made alterations



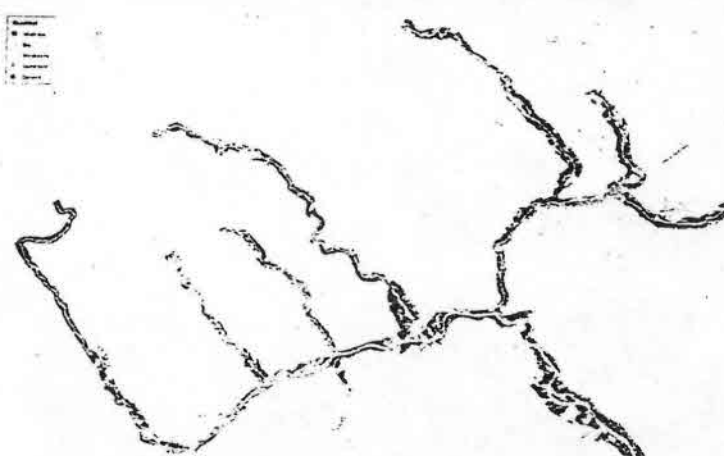
### Tram principal del Ter



## Les riberas maltratadas

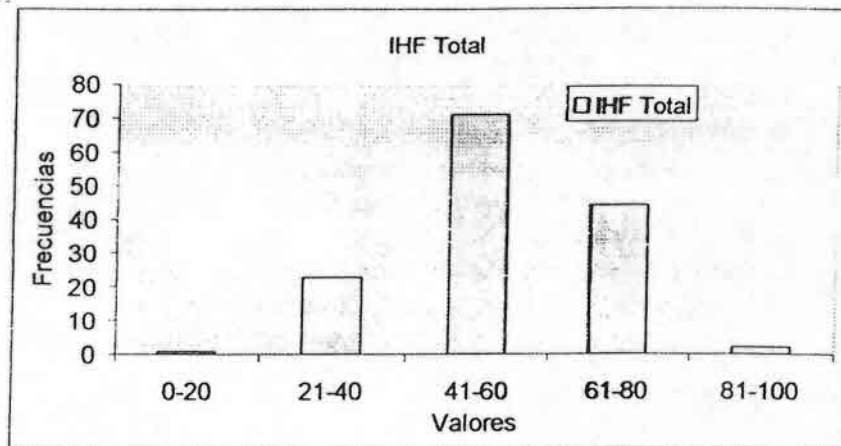
>95	6	9.4	0	0.0	6	8.7	1	2.8	2	3.4	15	5.8
70-90	12	18.8	10	32.3	16	23.2	7	19.4	7	12.1	52	20.2
50-65	6	9.4	7	22.6	6	8.7	5	13.9	13	22.4	37	14.3
30-45	11	17.2	6	19.4	16	23.2	19	52.8	22	37.9	74	28.7
<25	29	45.3	8	25.8	25	36.2	4	11.1	14	24.1	80	31.0
Total	64		31		69		36		58		258	

## Anàlisi de l'Estat Ecològic (qualitat hidromorfològica)



- Índex QBR extrapolat
- Índex IHF
- Índex de criticitat (conectivitat)
- Cumpliment règim de cabals ambientals

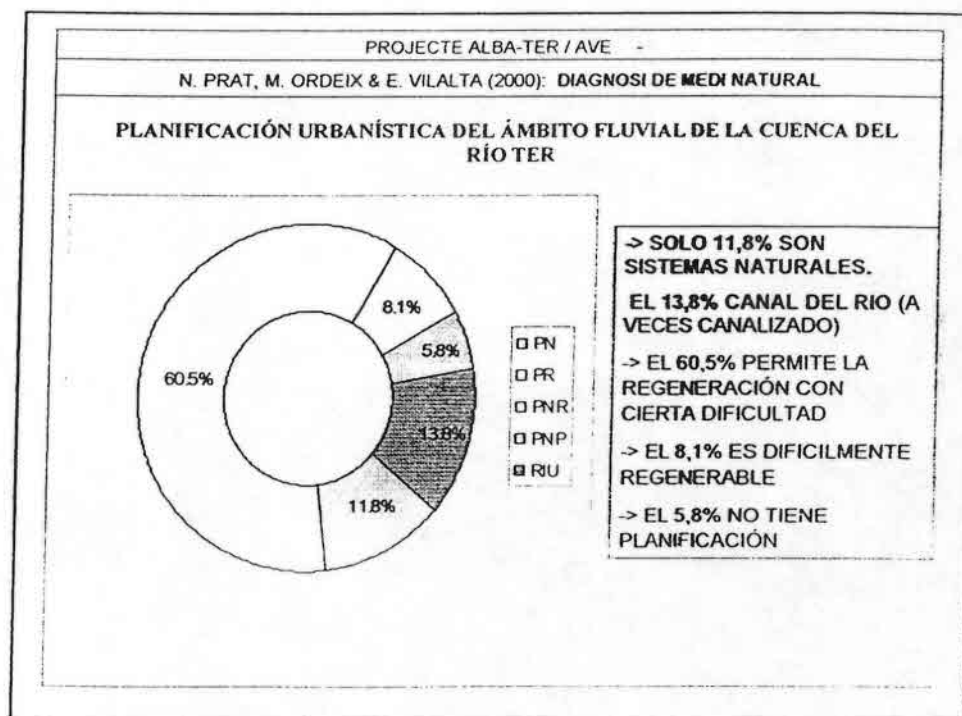
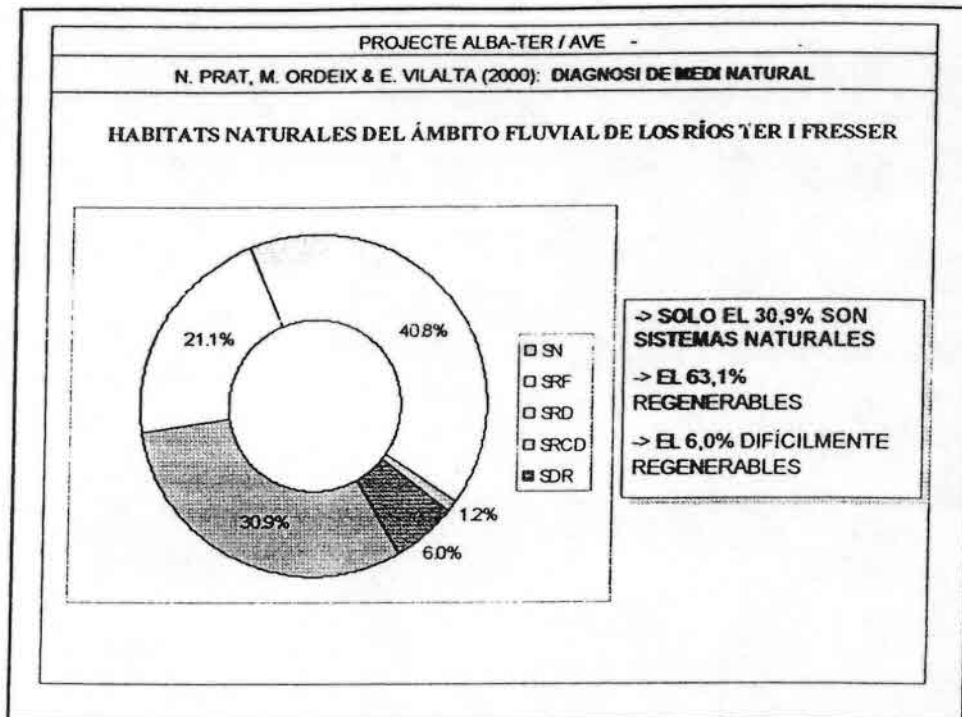
# The guadalmed approach to hydromorphological status assesment



## Advantages of assessing the physical habitat quality of rivers using aerial photography

Rebillard & Beaufrère 2002

Compartments (3)	Sub-compartments (6)	Parameters (29)	results		
			impossible	possible	?
Floodplain	- Floodplain	- Land use		X	
		- Communication lines		X	
		- Flood land		X	
	- Associated wet areas	- Shading area		X	
		- Wet stress		X	
	- Structure of the	- Materials			X
Whole environment					
52 % (15/29)					
Floodplain		Banks	Bank-full channel		
100 % (5/5)		27 % (3/11)	54 % (7/13)		
Floodplain	Associated wet areas	Structure of the embankment's	Riverine vegetation	Longitudinal continuity	Morphology of the bank-full channel
100 % (14)	100 % (10)	0 % (0/4)	43 % (3/7)	50 % (2/4)	56 % (5/9)
Bank-full channel					



NATURAL HABITATS			URBAN PLANNING		
Category	Ha	%	Category	Ha	%
<b>SN</b>	<b>155.7</b>	<b>41.4</b>	<b>PN</b>	<b>103.4</b>	<b>27.5</b>
<b>SRF</b>	<b>4.43</b>	<b>1.2</b>	<b>PR</b>	<b>188.6</b>	<b>50.1</b>
<b>SRD</b>	<b>183.1</b>	<b>48.6</b>	<b>PDR</b>	<b>53.5</b>	<b>14.2</b>
<b>SRDC</b>	<b>3.1</b>	<b>0.8</b>	<b>PNP</b>		
<b>SDR</b>	<b>30.1</b>	<b>8</b>	<b>RIU</b>		<b>8.2</b>

**SANT JOAN DE LES ABADESSES**

- Index of natural habitat change<sup>#</sup>

$$IN = - \frac{(SN - (PN + RIU))}{STA} \cdot 100$$

- Index of change of restorable area<sup>#</sup>

$$IR = - \frac{((SRF + SRD) - PR)}{STA} \cdot 100$$

- Index of change of urban area<sup>#</sup>

$$IU = - \frac{((SDR + SRDC) - (PNR + PNP))}{STA} \cdot 100$$

DEGREE OF CHANGE (%)	
1-5	SMALL
6-10	MODERATE
11-25	HIGH
>25	VERY HIGH

Valoració	IN	IR	IU
<b>MOLT BONA</b>	↑	↓ ó =	↓ ó =
<b>BONA</b>	↑	↑ ó =	↓ ó =
<b>MEDIOCRE</b>	↑	↓ ó =	↑ ó =
<b>MEDIOCRE</b>	↓ ó =	↑ ó =	↓ ó =
<b>DOLENTA</b>	↓ ó =	↑ ó =	↑ ó =
<b>PÈSSIMA</b>	↓ ó =	↓ ó =	↑ ó =

- ↓ La superfície decreix en més d'un 1%  
 ↑ La superfície incrementa en més d'un 1%  
 = La superfície no sofreix cap variació superior a un 1%

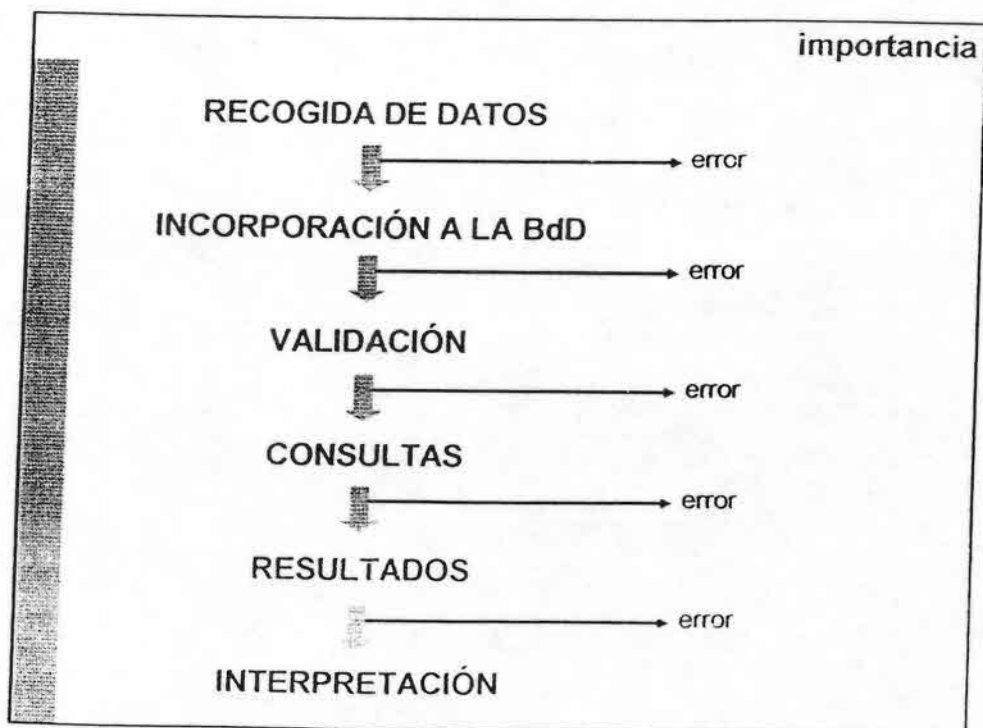
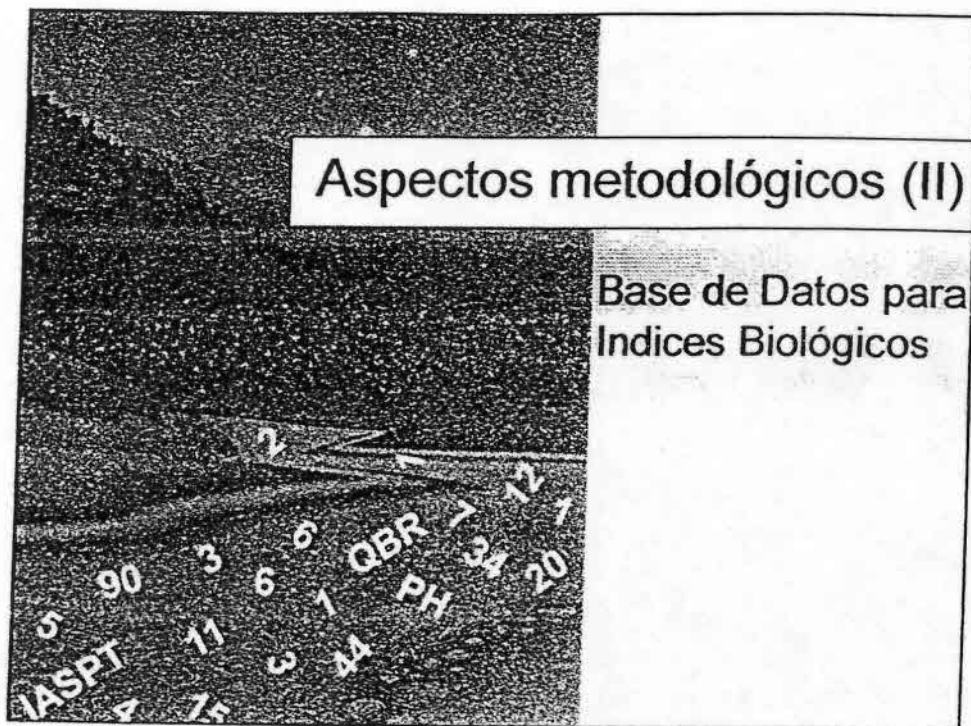
### Municipios de la Cuenca del Ter

**SOLO EL 12% PRESENTAN UNA TENDENCIA BUENA O MUY BUENA**

-> EL 40% NO VARIAN O PRESENTAN UNA TENDENCIA MEDIOCRE

-> EL 22% PRESENTAN UNA MALA EVOLUCIÓN FUTURA

-> EL 23% PRESENTAN UNA TENDENCIA PÉSIMA



Los datos ambientales i biológicos deben recogerse en Bases de Datos que con el **mínimo es esfuerzo** permitan obtener la máxima información.

La **calidad** de los datos es importante y para ello los diferentes elementos que confieren la Base de Datos deberán ser correctamente explicados.

La **validación** de la Base de Datos es necesaria para la credibilidad de la misma y la obtención de unos resultados no sesgados.



#### MICROSOFT ACCESS

**Tablas:** conjunto de campos (variables) que contienen  $n$ -registros (casos).

**Consultas:** selección de casos de una o varias tablas en base unos criterios definidos.



### Tipos de Tablas:

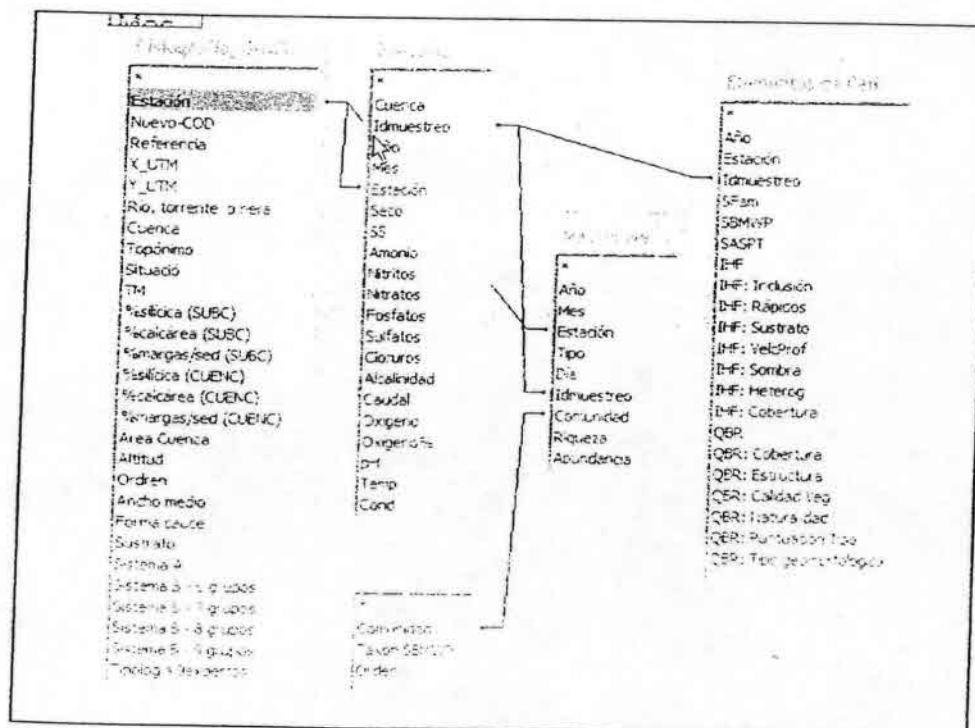
Fisiografía  
Físico-química  
Macroinvertebrados  
Elementos de calidad

Tabla relación: Taxonomía

### Tipos de Consultas:

Depende de los objetivos del estudio

Relaciones entre tablas (a través de campos)  
permiten hacer consultas que incluyan varias tablas

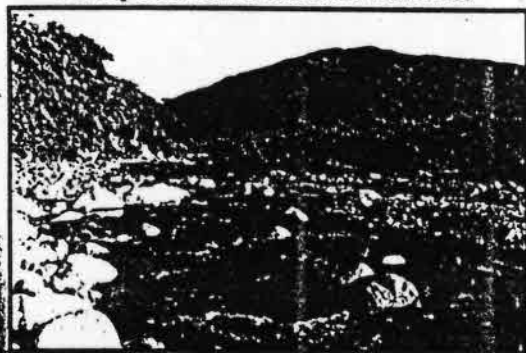


Este libro surge para cubrir la necesidad de los ecólogos de ríos sudamericanos, especialmente dedicados al estudio de los artrópodos bentónicos, de poder realizar determinaciones taxonómicas precisas. Los autores de los capítulos son los mismos que participaron en el curso "Artrópodos Bentónicos Sudamericanos" en 1999 en Tucumán (Argentina). Los apuntes de clase y los aportes de los participantes sirvieron de base a los distintos capítulos. Esta es la razón de la inclusión, aparentemente caprichosa de los grupos tratados, mientras las características de diversidad y conocimiento de cada grupo estudiado explica las diferencias en el alcance de algunas claves. Esta son por otro lado el eje de cada capítulo, junto a las particularidades de colecta, si las hubiera.

Dada la dinámica impuesta actualmente a los estudios de biodiversidad en la región Neotropical, ésta no pretende ser una obra definitiva sobre el tema, sino un punto de partida para ediciones más completas, tanto en profundidad cuanto en espectro de grupos taxonómicos incluidos.

Hugo R. Fernández - Eduardo Domínguez (Editores)

### Guía para la Determinación de los Artrópodos Bentónicos Sudamericanos



Sección Investigaciones de la UNT  
Subserie: Ciencias Exactas y Naturales  
ISBN 950-222-247-X

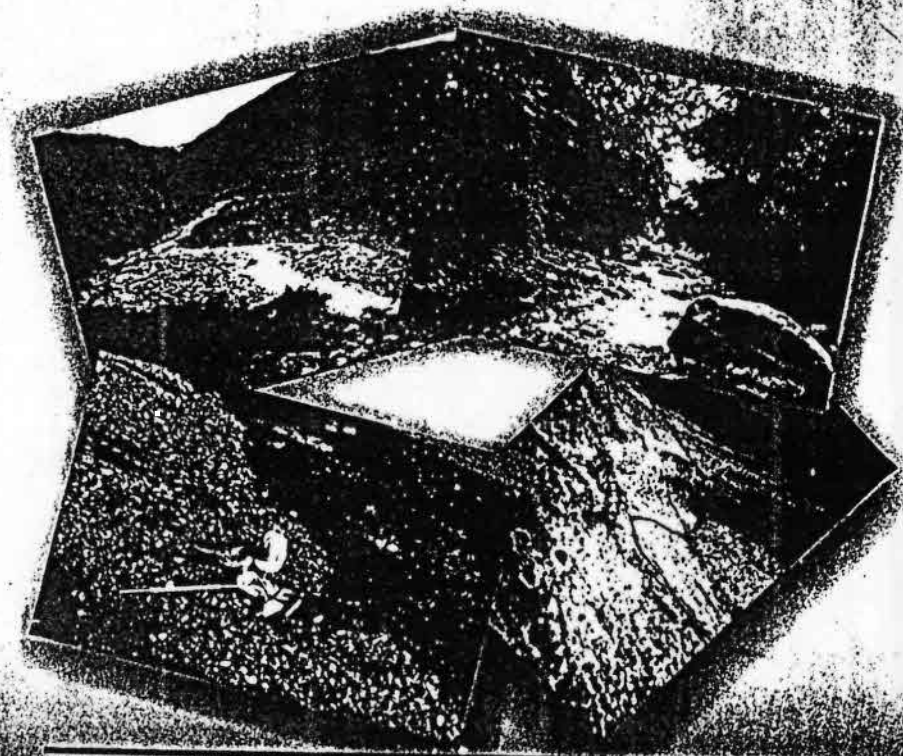
Editorial  
Editorial Universitaria  
de Tucumán

UNT  
Universidad  
Nacional de  
Tucumán



UNT

Ser Investigaciones de la UNT  
Subserie: Ciencias Exactas y Naturales



### Guía para la Determinación de los Artrópodos Bentónicos Sudamericanos

H. R. Fernández, E. Domínguez (Editores)

Editorial Universitaria  
de Tucumán

© 2001. H. R. Fernández y E. Domínguez  
Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Tucumán

SERIE: Investigaciones de la UNT  
Subserie: Ciencias Exactas y Naturales

Guía para la determinación de los artrópodos  
bentónicos sudamericanos

Reservados todos los derechos

Editoras: Hugo Rafael Fernández y Eduardo Domínguez  
Secretario de Ciencia y Técnica: Carlos F. Kirschbaum  
Ilustración portada: Analía Dupuy  
Diseño de Tapa y Composición: Luis Esteban  
Coordinación de la publicación: Dirección del Boletín Universitario  
Impresión: Imprenta Central de la UNT

Facultad de Ciencias Naturales e Instituto M. Lillo  
Miguel Lillo 205, (4000) San Miguel de Tucumán  
Tucumán-Argentina

FAX N° +54-381-4230056

E-mail: [mayfly@unt.edu.ar](mailto:mayfly@unt.edu.ar)

Este trabajo fue sometido a Arbitraje y ha sido realizado en parte dentro del marco del  
subsido PICT 01-00692/97  
(Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica).

Ninguna parte de este documento puede ser reproducida o transmitida de ninguna forma, bajo  
ningún propósito, sin la previa autorización por escrito de H. R. Fernández, E. Domínguez,  
de la Secretaría de Ciencia y Técnica y EUDeT (Editorial Universitaria de Tucumán)

ISBN 950-554-247-X

# Índice

Lista de Autores .....	vii
Prólogo .....	ix
Introducción .....	13
H. R. Fernández y E. Domínguez	
Capítulo 1, EPHEMEROPTERA .....	17
E. Domínguez, M. D. Hubbard, M. L. Pescador y C. Molineri	
Capítulo 2, TRICHOPTERA .....	55
E. B. Angrisano y F. G. Korob	
Capítulo 3, PLECOPTERA .....	93
E. Romero	
Capítulo 4, MEGALOPTERA .....	111
E. Romero	
Capítulo 5, LEPIDOPTERA .....	121
E. Romero	
Capítulo 6, COLEOPTERA .....	131
M. Archangelsky	
Capítulo 7, DIPTERA: Generalidades .....	155
M. Lizarralde de Grosso	
Capítulo 8, DIPTERA: Chironomidae .....	167
C. Paggi	
Capítulo 9, DIPTERA: Simuliidae .....	195
L. Coscarón Arias	
Capítulo 10, DIPTERA: Ephydriidae .....	221
M. Lizarralde de Grosso	
Capítulo 11, ACARI .....	237
B. Rosso de Ferradás y H. R. Fernández	
Capítulo 12, CRUSTACEA EUMALACOSTRACA .....	257
M. A. Peralta	

# LISTA DE AUTORES

Angrisano, Elisa B.  
Dpto. Ciencias Biológicas-Entomología  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales  
Universidad de Buenos Aires  
Ciudad Universitaria- Pabellón 2  
C1428EHA- Buenos Aires, ARGENTINA

Archangelsky, Miguel  
Centro Regional de Investigaciones  
Científicas  
y Transferencia Tecnológica (CRILAR)  
Entre Ríos y Mendoza s/n  
5301 Anillaco, La Rioja, ARGENTINA

Coscarón Arias, Cecilia L.  
Cátedra de Ecología y Fitogeografía  
Facultad de Ciencias Agrarias  
Universidad Nacional del Comahue  
C.C. 85,  
8303 Cinco Saltos, Río Negro,  
ARGENTINA

Domínguez, Eduardo  
CONICET-INSUE  
Facultad de Ciencias Naturales  
Universidad Nacional de Tucumán  
Miguel Lillo 205  
4.000 Tucumán, ARGENTINA

Fernández, Hugo R.  
CONICET-INSUE  
Facultad de Ciencias Naturales  
Universidad Nacional de Tucumán  
Miguel Lillo 205  
4.000 Tucumán, ARGENTINA

Hubbard, Michael D.  
Entomology  
Florida A & M University  
Tallahassee, Florida  
ESTADOS UNIDOS DE  
NORTEAMERICA

Korob, Paula G.  
Depto Ciencias Biológicas-Entomología  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales  
Universidad de Buenos Aires  
Ciudad Universitaria- Pabellón 2  
C1428EHA- Buenos Aires, ARGENTINA

Mollnerl, Carlos  
CONICET-INSUE  
Facultad de Ciencias Naturales  
Universidad Nacional de Tucumán  
Miguel Lillo 205  
4.000 Tucumán, ARGENTINA

Lizarralde de Grosso, Mercedes  
CONICET-INSUE  
Facultad de Ciencias Naturales  
Universidad Nacional de Tucumán  
Miguel Lillo 205  
4.000 Tucumán, ARGENTINA

Paggi, Andrea C.  
Instituto de Limnología "Raúl Ringuelet"  
(ILPLA)  
C.C. 712  
1900 La Plata, ARGENTINA

Peralta, Marcela A.  
CONICET-Fundación Miguel Lillo  
Miguel Lillo 251  
4.000 Tucumán, ARGENTINA

Pescador, Manuel L.  
Entomology  
Florida A & M University  
Tallahassee, Florida  
ESTADOS UNIDOS DE  
NORTEAMERICA

Romero, Fátima  
Fundación Miguel Lillo  
Miguel Lillo 251  
4.000 Tucumán, ARGENTINA

Rosso de Ferradás, Beatriz  
CONICET-Facultad de Ciencias Exactas,  
Físicas y Naturales  
Universidad Nacional de Córdoba  
Av. Vélez Sarsfield 299  
5.000 Córdoba, ARGENTINA

## PRÓLOGO

El conocimiento de la diversidad de los artrópodos acuáticos en América del Sur es aun fragmentario, a pesar de los excelentes esfuerzos y las muchas contribuciones aportadas por varios investigadores. Algunos grupos de insectos, y algunos de crustáceos pueden considerarse razonablemente bien conocidos, pero sobre la mayor parte de los otros grupos todavía es mucho lo que queda por hacer, en particular en aquellos en que las larvas son acuáticas, pero en los que la taxonomía se ha elaborado solo, o casi solo sobre los adultos aéreos. Todos los esfuerzos que se realicen ayudarán para ir llenando huecos en el conocimiento existente, ir ajustando criterios de identificación, e ir complementando información distribucional y sobre preferencias ecológicas, que a su vez ayuden a evaluar la sistemática en uso, el conocimiento de la estructura de los ecosistemas acuáticos, y los esquemas biogeográficos.

La comunidad bentónica es una de las más ricas, y con toda seguridad, respecto de los artrópodos dulceacuícolas, la más diversificada de las acuáticas, en especial en los sistemas lóticos. En este sentido, la portación aquí presentada resulta de gran valor para los investigadores sudamericanos; la mayor parte de la bibliografía general hasta ahora en uso para su identificación está basada sobre la fauna holártica, en especial la neártica (algo, muy poco, se mejoró en este sentido en la segunda mitad de del siglo XX, ya que en nuestra juventud solo se tenía acceso a referencias europeas, poco o nada confiables, y por lo tanto útiles, aquí).

Ningún hidrobiólogo, especialmente en los entomólogos podría ser especialista en todos los grupos, con un grado de conocimiento y de experiencia que le permitiera dominarlos a todos, ni siquiera los de la fauna local. Los sucesivos capítulos aquí presentados pretenden ser útiles para un artrópodo que maneje con soltura la metodología general de la taxonomía morfológica, no necesariamente la propia de cada orden. Por ello no se presentan claves para las especies; esta instancia queda reservada para los especialistas. Pero lamentablemente no existen aquí especialistas para todos los taxones, y muchas veces tampoco en otros países; la falencia queda reflejada al repasar los capítulos de esta guía, pero afortunadamente son mayoría aquellos escritos por excelentes conocedores de cada orden tratado. El nivel alcanzado permitirá futuros ajustes, y puede confiarse sin temor en que próximas ediciones de la guía irán superándose, hasta lograr completa uniformidad.

Axel O. Buchmann

-X-

"Knowledge is the most important resource of the civilized world. In principle, all knowledge should be available to all societies without exception. However, the capacity to assimilate knowledge varies from country to country and the available knowledge is not always used when and where it is most urgently needed".

E. Norby (2001)  
Secretary General  
Royal Swedish Academy of Sciences

- 11 -

# INTRODUCCIÓN

Cualquiera que haya revisado una muestra de bentos de prácticamente cualquier región de Sudamérica sabe del gran desconcierto inicial con que se enfrenta, sobre todo sin la ayuda de un bentólogo experimentado. Y aún contando con cierta ayuda, se encontrará seguramente con taxones que no podrá determinar con seguridad hasta el nivel deseado. Si ha intentado avanzar un poco más en esta tarea, seguramente sabrá o conocerá por referencias, cuánto costó conseguir alguna literatura al respecto, generalmente de autores extranjeros y probablemente correspondiente a otro hemisferio. A pesar de ello, a cuántos nos han servido cuando unos iniciamos hace unos años para una primera (y no tan primera) aproximación los clásicos: Edmondson (1959), Usinger (1968), Pennak (1978) y especialmente Merrit & Cummins (1996) por citar los más difundidos entre los referidos a biota acuática.

Las cosas mejoraron bastante sin embargo cuando pudimos acceder a publicaciones regionales que restringían el error a un nivel más aceptable, como Herbst (1967), las obras publicadas en *Fauna de agua dulce de la República Argentina* dirigida por Raúl A. Ringuelet (1976-1981), y *Zulma A. de Castellanos* (1991-1993), Roldán (1988) y los tres tomos de la obra dirigida por Lopretto y Tell (1993) por citar solo algunos ejemplos.

Con el auge de la limnología y los estudios aplicados en Sudamérica, se hizo cada vez más evidente el déficit en nuestro conocimiento sobre la taxonomía de la mayoría de los grupos que pueblan las aguas neotropicales. Eso explica el interés creciente en los diferentes grupos de limnólogos sudamericanos por los cursos generales sobre taxo-



nomía de Artrópodos acuáticos, entre los que como un clásico podemos citar los dictados regularmente en Argentina por Axel Bachmann y colaboradores de la Universidad Nacional de Buenos Aires, y más recientemente (1999) el que fue organizado en Tucumán (Argentina). Este último curso de posgrado fue un verdadero muestreo de limnólogos sudamericanos ([www.csnat.unl.edu.ar/artropodos/index.htm](http://www.csnat.unl.edu.ar/artropodos/index.htm)) y se realizó gracias al apoyo de la Agencia de Promoción Científica y Tecnológica (PICT N° 01-00692/97). Participaron como docentes reconocidos especialistas en diferentes grupos taxonómicos, pertenecientes a distintas universidades e instituciones de investigación argentinas. Empujados por algunas de las recomendaciones y metas propuestas en el último de los talleres de bentos realizados en Argentina ([www.csnat.unl.edu.ar/artropodos/talleres.htm](http://www.csnat.unl.edu.ar/artropodos/talleres.htm)), libros (Morrone y Coscarón, 1998), así como obras diversas (Systematic Agenda 2000) y diferentes foros (Alba Tercedor, 2001), pudimos cristalizar dicho curso.

Dentro del esquema planteado originalmente en el curso antes mencionado en Tucumán, faltaba poner a disposición de los limnólogos y especialistas el esfuerzo de los docentes del curso, en la forma de información recopilada hasta ese momento y claves actualizadas, las que se vieron grandemente enriquecidas por las críticas y comentarios de los asistentes. Esta obra, está pensada como algo que puede actualizarse permanentemente en nuevas ediciones, con el aporte tanto de nueva información de los grupos tratados, como con la incorporación de aquellos que no tuvimos la posibilidad de incluir en la presente edición. Tratamos que esta obra fuera de un tamaño práctico y de fácil manejo en laboratorio, facilitando las tareas de determinación con claves locales. Por ello, decidimos no duplicar alguna información, ya presente en otras publicaciones. Así, todo lo referente a métodos generales de colecta tanto sistemática como ecológica, pueden ser obtenidas en: Usinger (1968), Pennak (1978), Klemm *et al.*, (1990), Lopretto y Tell (1995), Hauer & Resh (1996) y Merritt & Cummins (1996).

Esperamos así apuntar a dos objetivos: proveer una guía práctica para un limnólogo bentólogo que debe identificar los componentes de una comunidad generalmente compleja y resumir el conocimiento en sus rasgos esenciales sobre cada grupo hasta el presente. Esto apuntando a un nuevo siglo donde la importancia de los estudios en biodiversidad y limnología en particular y de conocimiento y manejo del recurso agua en general se van haciendo cada vez más críticos, con o sin globalización.

Eduardo Domínguez

Hugo R. Fernández

## BIBLIOGRAFÍA

- Alba-Tercedor, J., 2001. Introduction to the Panel Discussion "The Status of the Knowledge of Ephemeroptera". pp. 1-2. En: Trends in Research in Ephemeroptera and Plecoptera, E. Domínguez (ed.), Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- Castellanos, Z. A. (dir.), 1991-1995. Fauna de agua dulce de la República Argentina. FIECIC, Buenos Aires.
- Edmonson, W. T. (Ed.), 1959. Fresh-water Biology. Wiley & sons, Inc., New York, 1248 pp.
- Hauer, F. R. & V. H. Resh, 1996. Benthic Macroinvertebrates. pp. 339-369. En: Methods in Stream Ecology, F. R. Hauer & G. A. Lamberti (eds.), Academic Press.
- Herbst, V.H.V. 1967. Copepoda und cladocera (Crustacea) aus Südamerika. Gewässer u. Abwasser 44/45: 96-108.
- Klemm, D. J., P. A. Lewis, F. Fulk & J. M. Lazorchak, 1990. Macroinvertebrate Field and Laboratory Methods for Evaluating the Biological Integrity of Surface Waters. EPA/600/4-90/030. U.S. Environmental Protection Agency, Ohio.
- Lopretto E. C. y Tell, G. (dirs.) 1995. Ecosistemas de Aguas Continentales. Metodologías para su estudio. Ediciones Sur, La Plata, Tomos I-III.
- Merritt, R. W. y K. W. Cummins, 1978. An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Kendall/Hunt Publishing Company, Iowa, 441 pp.
- Morrone J. J. y S. Coscarón, 1998. Biodiversidad de Artrópodos argentinos: una perspectiva biotaxonomica. Edic. Sur, La Plata, 599 pp.
- Norby E., 2001. The Role of Academies of Science in a Global World. Ambio, 30(2): 71.
- Pennak, R. W., 1990. Freshwater Invertebrates of the United States. 3. Ed. J. Wiley, New York, 803 pp.
- Ringuet, R. A., (dir.), 1976-1981. Fauna de agua dulce de la República Argentina. FIECIC, Buenos Aires.
- Roldán, G., 1988. Guía para el Estudio de los Macroinvertebrados Acuáticos del Departamento de Antioquia. Fondo FEN-Colombia, Ed. Presencia Ltda., Bogotá, 217 pp.
- Usinger, R. (Edit.), 1968. Aquatic Insects of California. Univ. Calif. Press. Los Angeles.



## capítulo 1

# EPHEMEROPTERA

E. DOMÍNGUEZ

M.D. HUBBARD

M. L. PESCADOR

C. MOLINERI

## INTRODUCCIÓN

Este capítulo se complementa con otros dos capítulos referidos al mismo grupo (Domínguez, et. al, 1995 y Domínguez, 1998) e incluye la actualización de una primera clave elaborada para las Familias y Géneros de Ephemeroptera de América del Sur continental (Domínguez, et. al, 1992). Sin embargo, debido al marcado avance en el conocimiento de varias familias, las claves presentadas en este trabajo han sufrido numerosas correcciones y agregados, por lo que recomendamos su utilización en lugar de las anteriores. De todas maneras, durante su uso se debe tener en cuenta que existen numerosos taxones aún no descriptos en la región.

Ephemeroptera es un grupo más bien pequeño en cuanto al número de géneros y especies (alrededor de 300 géneros y 4.000 especies) descriptas a nivel mundial. Sin embargo, son conspicuos componentes del bentos en sus etapas inmaduras. De la misma manera, por ser considerados probablemente los insectos con alas más primitivos y por numerosas características propias (presencia de un estadio alado supernumerario, especializaciones extremas en el adulto, etc.) ha sido objeto de numerosos estudios. Sin embargo, el conocimiento sistemático del grupo en Sudamérica, especial-

---

Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos  
H. R. FERNÁNDEZ y E. DOMÍNGUEZ (Editores)

Serie: Investigaciones de la UNT. Subserie: Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de Tucumán

mente en ciertos taxones, dista de ser el ideal. Existen familias en las que el conocimiento es aceptablemente bueno, y en los cuales se pueden determinar con cierto grado de confianza los géneros, y en algunas regiones hasta las especies (por ej. Leptophlebiidae, Leptohyphidae y Euthyplociidae). Hay otras sin embargo, como es el caso de la Familia Baetidae, en la que se han producido numerosas publicaciones recientemente, (Lugo-Ortiz y McCafferty, 1995, 1996, 1998, 1999), pero como regla general estos trabajos no incluyen claves para la separación de los taxones propuestos y describen géneros aislados, por lo que las determinaciones siguen siendo problemáticas. Hay otras familias en las que hace falta una urgente revisión, como es el caso de Polymitarcyidae y Caenidae, aunque en este último caso se han llevado a cabo algunas revisiones de las especies de Brasil (Malzacher, 1986, 1998).

En la literatura antigua se reportaron especies de algunos géneros como *Ecdyonurus*, *Choroterpes*, *Clocon* y *Potamanthus* en América del Sur continental; sin embargo, la asignación a esos géneros es probablemente incorrecta y no se encontrarían en dicho continente, por lo que no serán incluidos en la clave. Tampoco se incluye el género *Cotopaxi* en la clave de adultos de la Familia Leptohyphidae, ya que es conocido sólo de un ejemplar, que se supone es un individuo con características teratológicas perteneciente al género *Leptohyphes*. Cuando se incluyen subgéneros, se debe a las diferencias que presentan, y solo aparecerán los que se encuentran en América del Sur. Las claves incluidas en este trabajo están elaboradas específicamente para ser usadas con taxones sudamericanos continentales y es muy probable que no funcionen correctamente si se las usa para una fauna no perteneciente a esta área.

La literatura sobre los Ephemeroptera de esta región está ampliamente diseminada, sin embargo puede ser accesible a través de diferentes fuentes. Una de ellas son los capítulos antes mencionados (Domínguez *et al.* 1995 y Domínguez, 1998); Hubbard y Peters (1977, 1981) discuten la literatura taxonómica pertinente a las efímeras de América del Sur hasta ese momento, y actualmente se encuentra disponible en Internet un Catálogo de los géneros y especies sudamericanos, el que se actualiza periódicamente (<http://www.famu.org/mayfly/cats.html>). Esta página es una versión actualizada del catálogo de Hubbard (1982). Domínguez *et al.* (1994) tratan todas las especies argentinas conocidas hasta ese momento. Como libros generales sobre el Orden, Needham *et al.* (1935) y Edmunds *et al.* (1976) proveen una excelente introducción a las efímeras, aunque las claves y descripciones sistemáticas deben ser usadas con reservas fuera de América del Norte. El Boletín "The Mayfly Newsletter" trata sobre la literatura e información general en Ephemeroptera y puede ser solicitada a: Editor, Peter Grant, Southwestern Oklahoma State University, Weatherford, Oklahoma, 73096-3098 USA, [grantp@swosu.edu](mailto:grantp@swosu.edu). Los autores agradecen a Janice G. Peters y Carolina Nieto por su importante colaboración para la concreción de este capítulo.

## CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL GRUPO

Los Ephemeroptera presentan un aparato bucal masticador, que se halla reducido a vestigios no esclerotizados en el adulto, ya que en este estadio parte del aparato digestivo está modificado en un órgano aerostático lleno de aire, que mejora la flotabilidad durante el vuelo. Los adultos tienen cuatro (a veces dos) alas membranosas, las que durante el reposo se mantienen unidas y verticales sobre el tórax. Las alas posteriores, cuando están presentes, son siempre más pequeñas que las anteriores. Tanto en la ninfa como en el adulto, se encuentran dos o tres filamentos caudales. Las ninfas son siempre acuáticas, normalmente con traqueobranquias abdominales.

Según Pescador *et al.* (2001) hasta el momento se han registrado para América del Sur 375 especies representando 91 géneros en 13 familias. Leptophlebiidae es la más diversa, con alrededor de 38% de los géneros y 30% de las especies. De estos taxones, aproximadamente 60% de los géneros y 80% de las especies son endémicos de esta región. Brasil y Argentina son los países con el mayor número de géneros y especies registrados, seguidos luego por Perú y Chile. Esto es seguramente resultado de esfuerzos de colección diferenciales, más que de una aproximación a la real riqueza de cada país. De las especies sudamericanas, aproximadamente 53% son conocidas solo de adultos y 36% de ninfas. Así, apenas 11% de las especies han sido descritas de sus estadios ninfales y adultos.

## MODO DE VIDA Y MÉTODOS DE COLECTA

Las ninfas de Ephemeroptera viven en diferentes ambientes acuáticos, tanto en aguas corrientes como estancadas. Se encuentran en prácticamente todos los microambientes disponibles: bajo rocas, enterrados en los fondos lodosos o arenosos, entre paquetes de hojas, minando en tejidos vegetales vivos o muertos, o en túneles en el fondo de lagos y ríos, inclusive existen especies cuyas ninfas viven como comensales en las branquias de bivalvos. Hay especies que se encuentran en las zonas de poca corriente, y otras que la prefieren fuerte, habiendo desarrollado en algunos casos modificaciones que funcionan como un disco adhesivo. Generalmente son herbívoros, pudiendo raer o filtrar su alimento, según las modificaciones que presenten en el aparato bucal y patas anteriores. Sin embargo hay unos pocos géneros de hábitos carnívoros por ej. *Chaquihua* y *Chiloparter* (Amelotrypaidae) y *Harpagobaelia* (Baetidae).

En la mayoría de las especies se presenta el estadio alado supernumerario, llamado subimago, único entre los insectos. Este es de una duración variable, pudiendo extenderse entre 15 minutos y 24 hs, y en algunos casos, se ha suprimido en las hembras, y la muda se reduce al cuerpo en los machos, sin afectar las alas. Los adultos siempre presentan alas, ya que el vuelo nupcial es fundamental para la reproducción, aunque se

reportó una especie de Madagascar en la que las alas se encuentran reducidas, y los adultos "patinan" sobre el agua (Ruffieux *et al.*, 1998). El vuelo nupcial o "enjambre" es generalmente característico de las especies, produciéndose dentro de patrones pre-establecidos, con respecto a horarios, lugar (dependiendo de "marcadores"), número de individuos componentes y patrones de vuelo. Una vez establecido el enjambre, las hembras son atraídas a la zona y tomadas por los machos para realizar la cópula.

La cópula en general no lleva mucho tiempo, en algunos casos solo segundos, y luego el macho puede o no retornar al enjambre.

Según las características de cada grupo, las hembras pueden proceder casi inmediatamente a oviponer, o puede pasar un tiempo variable hasta la oviposición, desde algunos minutos hasta varios días en las especies ovovivíparas, siendo lo más común una espera entre 12 y 24 horas.

Las hembras en general vuelan aguas arriba para oviponer, y pueden hacerlo de distintas formas, depositando los huevos uno por uno en el agua, todos de una sola vez, en una esfera que forman en vuelo, entrando en el agua y adhiriéndolos directamente al sustrato, etc.

Las ninfas recién emergidas aparentemente pasan sus primeros estadios en el ambiente hiporrreico, donde se encuentran más protegidas de la depredación. El número de estadios ninfales y su duración es variable entre los grupos, y también dentro de las mismas especies, dependiendo de factores como alimentación, iluminación y temperatura.

Los ciclos biológicos varían según los distintos grupos y regiones en las que viven, pudiendo tener una o más generaciones por año, con alternancia de generaciones cortas de verano y largas de invierno, hasta generaciones no estacionales en los trópicos, con la presencia de adultos volando durante todo el año. Una revisión de este tema se encuentra en Brittain (1982).

Debido a lo diferente que son los modos de vida ninfal y adulto, se hacen necesarios distintos métodos de colecta para obtener ambos estadios, y es fundamental asociarlos entre sí. Las colectas de ninfas se realizan con redes para agua tradicionales, adecuándolas para el tipo de ambiente a muestrear. Los adultos se colectan principalmente con trampas de luz y redes entomológicas, que deben ser de tipo extensible ya que muchas especies vuelan a cierta altura. A veces los adultos pueden ser obtenidos mediante cría de ninfas maduras, las que presentan las pterotecas ennegrecidas. Esto último tiene también la ventaja de proveer al mismo tiempo una asociación entre ninfas y adultos, ya que la exuvia ninfal posee todos los caracteres necesarios. Es necesario asimismo, en el caso de haber obtenido subimago, criarlos hasta que muden a imago, que presentan los caracteres totalmente desarrollados y por lo tanto permiten determinaciones más seguras, y descripciones más adecuadas.

## RELEVANCIA DEL ORDEN

Los Ephemeroptera, como consumidores primarios, son un componente importante de la fauna bentónica, tanto en número de individuos como en biomasa. Procesan una cantidad importante de materia orgánica, ya sea triturando las partículas grandes, o filtrando las pequeñas. Por otro lado, por medio de los adultos, en algunos casos devuelven una cantidad importante de energía al ambiente terrestre. Muchos predadores terrestres (aves, murciélagos, insectos, etc.) consumen una gran cantidad de adultos durante los períodos de emergencia, vuelo nupcial y oviposición. Debido a su abundancia y ubicuidad, así como a la tolerancia diferencial de las diferentes especies a distintos grados de contaminación o impacto ambiental, han sido utilizados desde hace ya algún tiempo como indicadores biológicos de calidad de aguas.

## CARACTERES DE INTERÉS SISTEMÁTICO

Las estructuras de interés sistemático más importantes en el adulto y en la ninfa se encuentran detalladas en las figuras 1-3. Las venas intercalares, no detalladas en la figura 1, se ubican entre las venas longitudinales principales y son numeradas de adelante hacia atrás, por ej. IC<sub>1</sub> es la vena que se encuentra entre las Cubitales y está ubicada más cerca de CuA. El área estigmática es la zona apical entre las venas C y Sc.

El abdomen está formado por 10 segmentos, con 10 escleritos dorsales y 9 ventrales. El borde posterior del noveno esternito de los machos se denomina placa subgenital. En él se encuentran 2 apéndices generalmente segmentados llamados forceps y los penes, generalmente pares. Los penes pueden o no fusionarse en distinto grado; a veces a cada pene se le llama "lóbulo de los penes". La porción posterior del noveno esternito femenino se denomina placa subanal. Los filamentos caudales son variados en longitud y en algunos el filamento terminal puede estar reducido o faltar. Generalmente los filamentos terminales laterales son llamados cercos.

En la ninfa, la cabeza puede presentar diferente forma y orientación, pero lo que provee los caracteres más importantes es el aparato bucal (fig. 3), con la forma de sus piezas y número de segmentos en los palpos.

El tórax (fig. 2) está formado por tres segmentos, cada uno de los cuales posee un par de patas. Las pterotecas se encuentran en el meso y metatórax, las patas están formadas por 5 segmentos, coxa y trocánter cortos, fémur más o menos aplanado, tibia de sección cilíndrica o subtriangular y tarso unisegmentado. Este lleva una uña tarsal generalmente con dentículos. Las patas son más cortas y fuertes que en el adulto.

El abdomen también está formado por 10 segmentos, aunque algunos pueden estar ocultos debajo del mesonoto. Los tergos pueden presentar diferentes espinas y/o

tubérculos; y la forma de los ángulos posterolaterales, llamados espinas posterolaterales, son caracteres valiosos para la determinación. Las branquias son muy variadas y en general están todas en el abdomen, aunque ocasionalmente se las puede encontrar en la base de las coxas (*Camelobaetidae*) o de las maxilas (*Oligoneuridae*, fig. 4), o estar ausentes (*Murphyella*). La posición de las branquias en el abdomen es variada, pudiendo ser ventral, lateral o dorsal, y pueden ser encontradas en los segmentos 1 - 7, o ausentes en algunos de estos. Normalmente están formadas por dos láminas, una dorsal y otra ventral, las que pueden ser iguales o diferentes, alguna o ambas reducidas, etc. Los filamentos caudales son como los de los adultos aunque más robustos.

#### CLAVES PARA LAS FAMILIAS Y GÉNEROS DE EPHEMEROPTERA NEOTROPICALES

En la clave de los adultos se incluye, entre corchetes, el área de distribución geográfica conocida y en la de ninfas los hábitos de éstas, (cuando son conocidos), no debiéndose tomar esto como parte del dilema. En la distribución de los géneros, "Neotropical" significa desde el norte de Argentina hasta el norte de América del Sur, aunque pueden extenderse en algunos casos a Centro y Norteamérica. Cuando un solo género de una determinada familia está presente en nuestra región, éste es incluido en la clave para familia. Esta lista se basa únicamente en los registros publicados y no incluye muchos datos de investigaciones actuales en progreso, aún no publicadas.

##### Familias

##### Ninfas

- 1a- Branquias abdominales ausentes, con evaginaciones respiratorias en los esternitos torácicos; fémures y tibias de las patas anteriores con una densa hilera de setas sobre el borde anterior (fig. 5) [bajo piedras en arroyos bien oxigenados] ..... *Coloburiscidae*
- 1b- Branquias abdominales presentes, patas anteriores variadas ..... *Murphyella*
- 2a- Branquias en los segmentos abdominales 2 - 7 hendidas y con los márgenes con flecos (fig. 16), branquias en el segmento 1 variadas o ausentes; colmillo mandibular proyectándose por el frente de la cabeza (figs. 9-11, 24-25) ..... 3
- 2b- Branquias en los segmentos abdominales variadas, colmillos mandibulares ausentes, márgenes de las branquias con o sin flecos ..... 5
- 3a- Branquias laterales; las patas anteriores no adaptadas para cavar, tibias cilíndricas (figs. 109-110); colmillos mandibulares con numerosas setas largas (fig. 9) ..... *Euthyplociidae*

#### Clave para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos

- 3b- Branquias dorsales; las patas anteriores fosoriales, tibias aplanadas (figs. 6-7) ..... 4
- 4a- Apice ventral de las tibias posteriores proyectado en una punta aguda distinta (fig. 6); en vista lateral los colmillos mandibulares curvados hacia arriba apicalmente (fig. 10) [minadores de fondo en arroyos tranquilos y lagos] ..... *Ephemeridae*
- 4b- Apice ventral de las tibias posteriores redondeado (fig. 7); en vista lateral los colmillos mandibulares casi rectos o curvados hacia abajo apicalmente (figs. 11, 24-25) ..... *Hexagenia (Pseudeatonica)*
- 5a- Branquias en el segmento 1 o 2 operculares, cubriendo las restantes (figs. 12-15) ..... 6
- 5b- Branquias variables, pero las del segmento 1 o 2 nunca operculares ..... 8
- 6a- Branquias del segmento 1 operculares, cubriendo las restantes (fig. 12); branquias en los segmentos abdominales 1 - 4; abdomen con una hilera mediana de proyecciones sobre los tergos anteriores [arroyos y lagos fríos] ..... *Oniscogastridae*
- 6b- Branquias del segmento 2 operculares, branquias presentes en los segmentos 2-5, 2-6 o 2-7 (figs. 13-15) ..... *Siphonella*
- 7a- Branquias en el segmento abdominal 2 operculares, cuadrangulares, que se juntan en la línea media dorsal del abdomen (fig. 13), branquias en el segmento 1 presentes, filiformes; branquias en los segmentos 3 - 7 con márgenes con flecos (fig. 17) ..... 7
- 7b- Branquias en el segmento abdominal 2 operculadas, triangulares, subtriangulares u ovales (raramente cuadrangular), raramente juntándose en la línea media dorsal del abdomen (figs. 14-15); branquias ausentes en el segmento abdominal 1; branquias laminares (figs. 90-91) presentes en los segmentos abdominales 2-5 o 2-6, las de los segmentos 3 y 4 con 3 o más lóbulos ..... *Caenidae*
- 8a- Palpos maxilares y labiales multisegmentados y filiformes; mandíbulas y maxilas modificadas para depredar (figs. 18-19) ..... *Leptohyphidae*
- 8b- Palpos maxilares y labiales como máximo 3 - segmentados, mandíbulas y maxilas generalmente no fuertemente modificadas para depredar (figs. 20-21) ..... *Ameletopsidae*
- 9a- Fémures anteriores con una doble hilera de largas setas sobre el lado interno (fig. 8); palpos maxilares y labiales bisegmentados, un penacho de branquias unido a la base de las maxilas (fig. 4) ..... 9
- 9b- Fémures sin tales setas, palpos labiales y maxilares 3 - segmentados, sin branquias en la base de las maxilas ..... *Oligoneuridae*
- 10a- Clipeo fusionado a la frente; cabeza usualmente prognata; branquias abdominales variadas pero generalmente compuestas por una lámina ventral y una dorsal (figs. 54-72) ..... *Leptophlebiidae*



- 10a- Clipeo no fusionado a la frente, cabeza hipognata, branquias abdominales usualmente ovales, compuestas por una única lámina, a veces plegada sobre sí misma en la base (figs. 50-51) ..... 11
- 11a- Ocelos laterales posteriores a los extremos de las ramas laterales de la sutura epicranial (fig. 22), antenas generalmente largas, dos o más veces el ancho de la cabeza; branquias en los segmentos abdominales 1-5, 1-7, o 2-7; ángulos posterolaterales de los segmentos abdominales no expandidos en proyecciones laterales planas, o si están presentes, poco desarrolladas ..... *Baetidae*
- 11b- Sutura epicranial terminando en los ocelos laterales (fig. 23), antenas relativamente cortas, branquias en los segmentos abdominales 1-7; ángulos posterolaterales de los segmentos abdominales expandidos en proyecciones laterales planas [arroyos y lagos fríos] ..... *Siphonuridae*  
*Metamonius*

#### Claves para las ninfas de los géneros de las distintas familias

##### Familia Anxetopsidae

- 1a- Porción ventral de las branquias abdominales con los márgenes con flecos, porción dorsal circular, pigmentada, mayor hacia atrás, cubriendo el tergo [ríos fríos bien oxigenados] ..... *Chilopteryx*
- 1b- Branquias abdominales no pigmentadas, ovaladas, no cubriendo el abdomen [arroyos de montaña] ..... *Chaquihua*

##### Familia Baetidae

- 1a- Uñas tarsales espatuladas, con 5-40 denticulos apicales (fig. 26) [arroyos y grandes ríos, con corriente lenta o rápida] ..... *Camelobaetidiinae*
- 1b- Uñas tarsales aguzadas hacia el ápice (figs. 27-31) ..... 2
- 2a- Uñas tarsales con 1 o dos setas en el margen lateral, situadas cerca de la base del denticulo subapical (figs. 27, 30) ..... 3
- 2b- Uñas tarsales sin setas en el margen lateral (fig. 28) ..... 10
- 3a- Uñas tarsales con dos hileras de denticulos (fig. 29) ..... 4
- 3b- Uñas tarsales con una hilera de denticulos (figs. 27, 30) ..... 6
- 4a- Palpos maxilares insegmentados; mandíbula larga y angosta, con región molar muy angosta y protruyente (tipo carnívoro) (fig. 32) [en vegetación sumergida, Sunnam] ..... *Harpagobaetis*
- 4b- Palpos maxilares bisegmentados; mandíbula más bien triangular, con región molar ancha y no protruyente (tipo herbívoro) (figs. 33-38) ..... 5
- 5a- Segundo segmento del palpo labial ensanchado apicalmente, formando un ángulo (fig. 47); tercer segmento redondeado, aproximadamente 0,4 del segmento 2 [ríos y arroyos fríos de los Andes] ..... *Andesiops*

#### Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos

- 5b- Segundo segmento del palpo labial levemente ensanchado apicalmente, no formando ángulo (fig. 48); tercer segmento cónico, aproximadamente 0,25 del segmento 2 [ríos de Brasil y Guayana] ..... *Spiritiops*
- 6a- Branquias en los segmentos abdominales 1-5 solamente [en ríos y arroyos, generalmente fríos, y en la zona de más corriente] ..... *Baetodes*
- 6b- Branquias en los segmentos abdominales 1 o 2 a 7 ..... 7
- 7a- Uñas tarsales con dos setas subapicales (fig. 27) ..... 8
- 7b- Uñas tarsales con una seta subapical (fig. 30) ..... 9
- 8a- Branquias abdominales con las tráqueas bien desarrolladas y ramificadas; patas con relativamente pocas espinas cortas y robustas [arroyos y ríos de altura] ..... *Moribaetis*
- 8b- Branquias abdominales con las tráqueas poco desarrolladas; patas con abundantes setas finas sobre el margen dorsal [arroyos y ríos fríos] ..... *Decepsivosa*<sup>1</sup>
- 9a- Antenas largas (3 veces la longitud de la cabeza), escapo y pedicelo cilíndricos, pteroteca II rudimentaria [ríos y arroyos de altura de América del Sur tropical] ..... *Prebaetodes*
- 9b- Antenas cortas (subigual a la longitud de la cabeza), escapo y pedicelo aplanados dorsoventralmente, pteroteca II bien desarrollada [arroyos y ríos de altura] ..... *Mayobaetis*
- 10a- Uñas tarsales sin denticulos (fig. 28) ..... 11
- 10b- Uñas tarsales con denticulos, aunque pueden ser pequeños ..... 12
- 11a- Pterotecas posteriores ausentes; uñas tarsales largas, 0,75 a 0,80 de la longitud del tarso; tibia sin setas debajo de la articulación con el fémur ..... *Apobaetis*
- 11b- Pterotecas posteriores presentes; uñas tarsales cortas, menos de 0,4 de la longitud del tarso; tibia con un abanico de setas debajo de la articulación con el fémur (fig. 49) [ríos y arroyos variables, muy tolerantes] ..... *Cloeodes*
- 12a- Uñas tarsales más de 1/2 de la longitud del tarso ..... *Paracloeodes*
- 12b- Uñas tarsales menos de 1/2 de la longitud del tarso ..... 13
- 13a- Branquias presentes en los segmentos abdominales 1-6; labro trapezoidal (fig. 39), con bordes laterales divergentes desde la base [ríos de amazonía brasileña] ..... *Tomodonius*
- 13b- Branquias presentes en los segmentos abdominales 1 o 2-7; labro variado, pero no trapezoidal ..... 14
- 14a- Branquias abdominales en los segmentos 1-7; las del segmento 1 con un saldón ventral recurvado (fig. 51) [todo tipo de aguas, muy tolerantes a temperatura y pH] ..... *Callibaetis*

<sup>1</sup> En su descripción original, Lugo Ortíz & McCafferty (1999), incluyen un denticulo subapical pequeño ("minute"). Sin embargo en la fotomicrografía incluida, y en el paratipo depositado en Tucumán, se ve claramente que son dos setas subapicales.

14b-	Branquias abdominales en los segmentos 1-7 o 2-7 simples .....	15
15a-	Fémur con abundantes setas largas y relativamente robustas dorsal y ventralmente .....	16
15b-	Fémur puede tener setas largas, pero no abundantes ni situadas dorsal y ventralmente .....	17
16a-	Incisivos de las mandíbulas fusionados en toda su extensión (fig. 35), segmento II del palpo maxilar 0.75 del largo del segmento I; segmento III del palpo labial como (fig. 40) [arroyos de altura, de Colombia, Perú, Ecuador, Bolivia y Argentina] .....	<i>Varipes</i>
16b-	Incisivos profundamente hendidos (fig. 36), segmento II del palpo maxilar subigual o apenas más largo que el segmento I; segmento III del palpo labial terminado en punta (fig. 41) [ríos y arroyos del Sur de Brasil] .....	<i>Rivudiva</i>
17a-	Denticulo subapical de las uñas tarsales mucho mayor que los restantes (fig. 31); segmento II del palpo labial muy expandido medialmente (fig. 42) [arroyos y ríos templados con fondos rocosos] .....	<i>Guajicolus</i>
17b-	Denticulos apicales de la uña tarsal, si presentes, no como en el caso anterior; segmento II del palpo no tan expandidos como en el caso anterior .....	18
18a-	Branquia del segmento abdominal 7 alargada, a diferencia de las de los segmentos anteriores, que son redondeadas .....	<i>Acerpenna?</i>
18b-	Branquia del segmento abdominal 7 semejante a las de los segmentos anteriores .....	19
19a-	Pterotecas posteriores presentes .....	20
19b-	Pterotecas posteriores ausentes .....	23
20a-	Láminas de las branquias asimétricas (fig. 50); microespinas en la base de las uñas tarsales [ríos de altura, Perú] .....	<i>Bernerius</i>
20b-	Láminas de las branquias más o menos simétricas; denticulos presentes en las uñas tarsales .....	21
21a-	Con setas simples entre la prosteca y la base de la mola (fig. 34) .....	<i>Fallceon</i>
21b-	Sin setas entre la prosteca y la base de la mola (fig. 33) .....	22
22a-	Prosteca de la mandíbula derecha no bifida, con una seta ramificada que nace desde la base (fig. 33) [ríos y arroyos, entre hojas y probablemente en troncos en descomposición] .....	<i>Aturbina</i>
22b-	Prosteca de la mandíbula derecha bifida, sin seta ramificada [entre vegetación y bajo rocas, centro de la Argentina hasta Colombia] .....	<i>Nanomis</i>
23a-	Branquias presentes en los segmentos abdominales 2-7 .....	24
23b-	Branquias presentes en los segmentos abdominales 1-7 .....	25
24a-	Segmento 2 del palpo labial con una proyección digitiforme dirigida anteriormente (fig. 43); con setas simples entre la prosteca y la mola en la mandíbula [ríos y arroyos variados, generalmente asociados a vegetación] .....	<i>Americabaetis</i>

<sup>1</sup> Puede diferir en algunas especies

para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos

24b-	Segmento 2 del palpo labial sin una proyección como la antes mencionada (fig. 44); sin setas entre la prosteca y la mola en la mandíbula [ríos y arroyos de Brasil y Colombia] .....	<i>Zelus</i>
25a-	Uñas tarsales con dos hileras de denticulos [ríos y arroyos de Brasil y Paraguay] .....	<i>Walzophius</i>
25b-	Uñas tarsales con una hilera de denticulos .....	26
26a-	Segmento 2 del palpo labial cilíndrico, sin proyecciones (fig. 45); gruesas setas entre prosteca y mola de la mandíbula izquierda (fig. 37) [Brasil] .....	<i>Adebroius</i>
26b-	Segmento 2 del palpo labial ensanchándose apicalmente, con una proyección digitiforme dirigida anteriormente (fig. 46); sin setas gruesas entre prosteca y mola (fig. 38) [Brasil y Perú] .....	<i>Cryptonympha</i>

Familia Caenidae

1a-	Cabeza con tres tubérculos ocelares (fig. 104), palpos labiales y maxilares bisegmentados .....	2
1b-	Cabeza sin tubérculos ocelares (fig. 103), palpos labiales y maxilares trisegmentados .....	3
2a-	Pedicelo de las antenas como máximo 1,1 - 1,3 veces más largo que el escapo (fig. 105); patas con setas muy largas, casi tan largas como la tibia (fig. 106) .....	<i>Cercobrachys</i>
2b-	Pedicelo de las antenas como mínimo 1,5 - 2,0 veces más largo que el escapo (fig. 107); patas con setas más cortas que la tibia (fig. 108) [fondo arenoso y poco profundo de arroyos y lagos] .....	<i>Brachycercus</i> <sup>1</sup>
3a-	Coxas de las patas medias y posteriores con una proyección laterodorsal [ríos y lagos de amazonía] .....	<i>Brasilocaenis</i>
3b-	Coxas sin proyecciones [lagunas y arroyos lentos] .....	<i>Caenis</i>

Familia Euthyplociidae

1a-	Antenas más cortas que los colmillos mandibulares, espina tibial aproximadamente 1/4 de la longitud del tarso (fig. 109) [diferentes arroyos y ríos] .....	<i>Campylocia</i>
1b-	Antenas 3 veces más largas que los colmillos mandibulares, espina tibial más de la mitad de la longitud del tarso (fig. 110) [arroyos y ríos rocosos, generalmente en aguas poco profundas] .....	<i>Euthyplocia</i>

Familia Leptophlebiidae

1a-	Pterotecas posteriores presentes .....	2
1b-	Pterotecas posteriores ausentes .....	30

<sup>1</sup> Una cita muy dudosa de la Argentina.

- 2a- Cada branquia abdominal compuesta de una única lámina ovoide, terminando abruptamente en un proceso filamentosos grueso (fig. 54) [aguas tranquilas, en arroyos de agua fría; Sur de Chile] ..... *Magallanella* 3
- 2b- Cada branquia abdominal compuesta de una lámina ventral y una dorsal, forma variada ..... 3
- 3a- Branquias abdominales diferentes en algunos segmentos, o en el mismo segmento lámina dorsal distinta de la ventral ..... 4
- 3b- Branquias abdominales de igual forma en todos los segmentos, aunque pueden diferir de tamaño ..... 9
- 4a- Branquias presentes en los segmentos abdominales 1 - 6, branquias anchas terminadas en un filamento terminal (fig. 55) [bajo rocas en las partes más rápidas de arroyos de montaña] ..... *Massartella* 5
- 4b- Branquias presentes en los segmentos abdominales 1 - 7 ..... 5
- 5a- Dentículos de las uñas tarsales subiguales (fig. 74) ..... 6
- 5b- Dentículos de las uñas tarsales progresivamente más grandes hacia el ápice, excepto el apical mucho mayor (fig. 75) ..... 29
- 6a- Branquias en segmentos 1-6 similares, láminas dorsal y ventral orladas de filamentos en el margen posterior (fig. 56), branquia del segmento 7 reducida a un par de filamentos pequeños [entre hojas, en fondos de ríos arenosos] ..... *Atopophlebia* 7
- 6b- Branquias 1-6 sin flecos, branquias del segmento 7 pueden estar reducidas ..... 7
- 7a- Branquias 1-6 similares, lámina dorsal mucho mayor que la ventral; lamelas ovales y terminando en tres filamentos (fig. 57); branquia 7 reducida casi a un filamento [ríos de aguas frías y charcas alledañas] ..... *Rhygotopus* 8
- 7b- Branquias 1 o 6 diferentes de las 2-5, no terminadas en tres filamentos como en el caso anterior ..... 8
- 8a- Branquias 1 - 5 similares, láminas dorsal y ventral laminares, esta última más pequeña; porción dorsal terminada en un proceso delgado (fig. 58); branquias 6 y 7 consistentes de un filamento delgado, con setas [arroyos fríos de montaña de Patagonia] ..... *Hapsiphlebia* 8
- 8b- Branquias 1 y 7 delgadas, afinadas hacia el ápice; porción dorsal de 2 - 6 grande, basalmente afinadas, apicalmente truncadas con una proyección media apical, porción ventral elíptica (fig. 59) [entre hojas, en arroyos angostos, lentos y poco profundos] ..... *Fittkaulus* 9
- 9a- Una tarsal con un gran dentículo en la zona media del margen interno, basal a este algunos dentículos progresivamente mayores y apicalmente dentículos pequeños; cabeza hipognata [troncos y raíces sumergidos en arroyos torrentiales] ..... *Terpides* 10
- 9b- Dentículos de la uña tarsal en la zona media subiguales, si alguno es mucho mayor es el subapical; cabeza prognata ..... 10

- 10a- Dentículos en las uñas tarsales subiguales o progresivamente mayores hacia el ápice (fig. 74) ..... 11
- 10b- Dentículos progresivamente mayores hacia el ápice, excepto el subapical que es mucho mayor (fig. 75) ..... 18
- 11a- Branquias con flecos (fig. 60) ..... 12
- 11b- Branquias sin flecos, aunque pueden presentar un delgado filamento terminal ..... 14
- 12a- Branquias 1 - 5 mucho mayores que 6 y 7, esta última puede faltar; labro tan o más ancho que la cabeza en vista dorsal [agrupadas bajo rocas en zonas de rápidos] ..... *Traverella* 13
- 12b- Branquias 1 - 7 iguales, labro de igual ancho que el clípeo ..... 13
- 13a- Setas dorsales largas del labro en dos hileras separadas (fig. 76); 5 dentículos aplanados en la emarginación anteromediana del labro [ríos y arroyos, bajo piedras] ..... *Ulmeritus* 15
- 13b- Setas dorsales largas del labro en una hilera sinusoidal continua (fig. 77); 5 dentículos en la emarginación anteromediana del labro, el medio bien desarrollado [bajo piedras en arroyos poco torrentosos] ..... *Ulmeritoides* 15
- 14a- Espinas posterolaterales presentes en los segmentos abdominales 2 ó 3 - 9 ..... 15
- 14b- Espinas posterolaterales presentes en los segmentos abdominales 6 ó 7 - 9 ..... 17
- 15a- Bordes laterales del labro aguzados (fig. 78), espinas posterolaterales presentes en los segmentos abdominales 3 - 9 [ríos y arroyos muy variados] ..... *Thraulodes* 16
- 15b- Bordes laterales del labro redondeados (fig. 79), espinas posterolaterales presentes en los segmentos abdominales 2 - 9 ..... 16
- 16a- Branquias con la tráquea principal y ramificaciones de esta pigmentadas (fig. 61) [arroyos de montaña] ..... *Massartellopsis* 16
- 16b- Branquias con la tráquea principal pigmentada, ramificaciones mucho menos pigmentadas (fig. 62) [arroyos de montaña] ..... *Meridialaris* 17
- 17a- Branquias laminares, terminadas en un delgado proceso (fig. 63) [arroyos permanentes, con amplia tolerancia ecológica] ..... *Penaphlebia* 17
- 17b- Branquias delgadas, afinándose paulatinamente hacia el ápice [arroyos y ríos corrientes y fríos] ..... *Demoullinellus* 19
- 18a- Ancho del labro igual o mayor que el de la cabeza ..... 19
- 18b- Labro mucho más angosto que la cabeza ..... 23
- 19a- Branquias delgadas, afinándose paulatinamente hacia el ápice; palpos labiales muy largos (segmento 2 aproximadamente 6 veces más largo que el segmento 3) [Brasil y Surinam] ..... *Leentivaaria* 19
- 19b- Branquias anchas, no afinándose paulatinamente hacia el ápice; palpos labiales no muy largos (segmento 2 no más de 3 veces más largo que el segmento 3) ..... 20

- 20a- Branquias en los segmentos abdominales 1 - 6 truncadas apicalmente con 8 - 10 flecos (fig. 64); espinas posterolaterales en los segmentos abdominales 7 - 9 [arroyos de montaña] ..... *Hylistes*
- 20b- Branquias en los segmentos abdominales 1 - 7 de forma variada espinas posterolaterales en los segmentos abdominales 8 - 9 ..... 21
- 21a- Branquias terminando en dos lóbulos laterales y una proyección medial digitiforme (fig. 65) [arroyos rocosos, en la parte de máxima corriente] ..... *Hermanella*
- 21b- Branquias terminando en un único proceso digitiforme (fig. 66) ..... 22
- 22a- Colmillo maxilar pequeño (aproximadamente 0,25 del ancho del ápice de la maxila) (fig. 80); pequeña proyección medial presente en el margen anterior del clipeo; espinas en el margen interno de las tibias anteriores simples [márgenes de arroyos o ríos, bajo piedras u hojarasca] ..... *Needhamella*
- 22b- Colmillo maxilar grande (aproximadamente 1/4 del ancho del ápice de la maxila) (fig. 81); sin proyección medial en el margen anterior del clipeo; espinas en el margen interno de las tibias anteriores pectinadas [partes poco profundas de ríos y arroyos, bajo piedras u hojarasca] ..... *Hydrosmilodon*
- 23a- Espinas posterolaterales presentes en los segmentos abdominales 8-9 ..... 24
- 23b- Espinas posterolaterales presentes en los segmentos abdominales 6-9 ..... 26
- 24a- Branquias muy angostas (ancho máximo aproximadamente 1/10 del largo) [entre hojarasca en zonas de máxima corriente] ..... *Farrodes*
- 24b- Branquias más anchas (fig. 67) (ancho máximo entre 1/5 y 1/3 del largo) ..... 25
- 25a- Ancho máximo de las branquias aproximadamente 1/5 de la longitud (fig. 67) [ríos variados, bajo piedras] ..... *Simothraulopsis*
- 25b- Ancho máximo de las branquias aproximadamente 1/3 de la longitud [ríos variados, bajo piedras] ..... *Homothraulius*
- 26a- Branquias cuadrangulares, terminando en varias prolongaciones digitiformes (fig. 68), láminas dorsal y ventral presentes [ríos pedregosos, por arriba de los 1.000 m en el sur de la Argentina y Chile] ..... *Dactylophlebia*
- 26b- Branquias lanceoladas, afinándose gradualmente hacia el ápice ..... 27
- 27a- Antenas 2 1/2 veces la longitud de la cabeza; márgenes anterolaterales del pronoto con pequeñas espinas [arroyos en la selva, por encima de los 1.800 m] ..... *Ecuaphlebia*
- 27b- Antenas 1 1/2 veces la longitud de la cabeza; márgenes laterales del pronoto glabros [arroyos de aguas frías, Sud de Chile] ..... 28
- 28a- Maxila con un colmillo en el ápice de la galea-lacinia (superficialmente semejante a fig. 80) [Centro y Sud de Chile] ..... *Gonserellus*
- 28b- Maxila sin colmillo en el ápice de la galea-lacinia [habitat variado, desde arroyos temporales hasta ríos de tamaño mediano] ..... *Nousia*

- 29a- Porción dorsal de la branquia 3/4 de la longitud y 1/2 del ancho de la porción ventral (fig. 69) [detrito fino en arroyos de poca corriente] ..... *Microphlebia*
- 29b- Porciones dorsal y ventral de las branquias subiguales en tamaño (fig. 70) [entre hojas y ramas en zona de corriente en arroyos tropicales] ..... *Miroculis*
- 30a- Uña tarsal con 3 o 4 grandes dentículos en la parte media y una fila subapical de dentículos ubicados interiormente (fig. 73) [arroyos transparentes con corriente fuerte, Brasil] ..... *Perisophlebioides*
- 30b- Dentículos de las uñas tarsales progresivamente mayores hacia el ápice, excepto el subapical que es mucho mayor (semejante a fig. 75) ..... 31
- 31a- Mitad apical de cada branquia con flecos (fig. 71) [márgenes de arroyos y ríos] ..... *Askola*
- 31b- Branquias delgadas, afinándose paulatinamente hacia el ápice (fig. 72) [bajo rocas, o entre hojarasca en arroyos templados] ..... *Hagenulopsis*
- Familia Oligoneuridae**
- 1a- Dos filamentos caudales presentes [bajo piedras en zonas de corriente] ..... *Lachlania*
- 1b- Tres filamentos caudales presentes ..... 2
- 2a- Porción laminar de las branquias de los segmentos abdominales 2-7 lanceolada (fig. 52) [entre vegetación, en arroyos o ríos de tamaño medio] ..... *Homoeoneuria* (*Notachora*)
- 2b- Porción laminar de las branquias en los segmentos abdominales 2-7 redondeada (fig. 53) [en arroyos con fondos arenosos a pedregosos] ..... *Flitkauneuria*
- Familia Polymitaecyidae**
- 1a- Colmillos mandibulares cortos, anchos y robustos (fig. 25) [ninfa minadoras] ..... *Asthenopodinae*
- 1b- Colmillos mandibulares relativamente alargados y delgados (figs. 11, 24) ..... 2
- 2a- Colmillos mandibulares con numerosos tubérculos sobre las superficies superior y externa (fig. 11) ..... *Polymitaecyinae*
- 2b- Colmillos mandibulares sin tales tubérculos, superficie interna aserrada o con uno o más tubérculos distintos (fig. 24) ..... *Ephoron*
- 3a- Colmillos mandibulares con un prominente tubérculo basal o sub-basal en el margen mediano, y de algunas a muchas crenaciones apicales, numerosas setas en el margen lateral de las mandíbulas [en túneles en forma de U en arroyos y lagos] ..... *Campsurus*

\* Las ninfas de *Spaniophlebia*, aunque no descriptas aún, también tienen dos filamentos caudales.



- 31- Colmillos mandibulares con un único tubérculo prominente en el margen mediano, pocas setas largas en el margen lateral de las mandíbulas (ninfas minadoras en ríos y arroyos) ..... *Tortopus*

#### Familia Leptohyphidae

- 1a- Branquias operculares cuadrangulares (fig. 83); con tubérculos en cabeza, pronoto y tergos abdominales 1-3 y 7-9; branquias encerradas en una cámara branquial (figs. 83, 92) ..... *Coryphorus*
- 1b- Branquias operculares subcuadrangulares, triangulares, subtriangulares u ovales (figs. 84-89); tubérculos generalmente ausentes, si presentes nunca en los tres tagmas simultáneamente; sin cámara branquial ..... 2
- 2a- Branquias operculares subcuadrangulares casi tocándose en la línea media dorsal (fig. 82); branquias presentes en los segmentos abdominales 2-5 formadas por un par de láminas con numerosos lóbulos pequeños imbricados (fig. 90); ojos de los machos grandes y divididos en porción dorsal y una ventral ..... *Leptohyphodes*
- 2b- Branquia opercular variada (figs. 84-89); branquias presentes en los segmentos abdominales 2-6 formadas por un par de láminas con varios lóbulos menores unidos en la base (fig. 91); ojos del macho no divididos, negruzcos y pequeños ..... 3
- 3a- Cuerpo pequeño (1-3 mm), compacto y robusto; pterotecas posteriores ausentes en ambos sexos; branquia opercular ovalada con una línea transversal media o subapical (fig. 85); fórmula branquial 5+4+4+2+1 ..... *Tricorythopsis*
- 3b- Cuerpo relativamente mayor (generalmente más de 3 mm); pterotecas posteriores presentes o ausentes; branquia sin línea transversal; fórmula branquial no como en el caso anterior ..... 4
- 4a- Branquias operculares triangulares o subtriangulares (figs. 84, 88), si ovales (fig. 89) entonces fémures casi circulares como en la fig. 95; fémures anteriores con hilera transversal de setas largas (figs. 94-96) ..... 5
- 4b- Branquias operculares ovales o subovales (figs. 86-87), fémures anteriores con hilera transversal de espinas espatuladas y de longitud variada (figs. 93, 97) ..... 6
- 5a- Cuerpo robusto, base del abdomen claramente más ancha que el ápice; fémures anteriores solo con largas setas (figs. 94-95); pterotecas posteriores ausentes; fórmula branquial 3+3+3+3+2 (o reducciones de esta) ..... *Tricorythodes*
- 5b- Cuerpo elongado, base del abdomen apenas más ancha que el ápice; fémures anteriores con largas setas y con cortas espinas en el margen anterior (fig. 96); pterotecas posteriores presentes; fórmula branquial 4+5 o 4+4+4+2 ..... *Haplohyphes*

- 6a- Branquia opercular con espina basal (fig. 86); con segmentos más oscuros en la base (hembras) o en la zona media (machos) de los filamentos caudales (fig. 98); dorso de los fémures medios y posteriores con hilera transversal de espinas en la base (fig. 93) ..... *Leptohyphes*
- 6b- Espina basal ausente; sin segmentos más oscuros en filamentos caudales; sin hilera transversal de espinas en el dorso de fémures medios y posteriores ..... 7
- 7a- Branquia opercular con dos costillas elevadas y con el borde posteromediano sin pigmento (fig. 87) ..... *Traverhyphes*
- 7b- Branquia opercular sin costillas y sin marca despigmentada ..... 8
- 8a- Branquia del segmento abdominal 6 formada por dos lóbulos (fig. 100); palpo maxilar generalmente con seta apical, margen en donde se inserta el palpo relativamente recto o apenas cóncavo (fig. 101) ..... *Allenhyphes*
- 8b- Branquia del segmento abdominal 6 formada por un lóbulo (fig. 99); palpo maxilar sin seta apical, insertado en un margen cóncavo (fig. 102) ..... *Yaurina*

#### Clave para los adultos de Ephemeroptera sudamericanos

##### Familias

##### Adultos

- 1a- Venación alar grandemente reducida, aparentemente sólo 3 o 4 venas longitudinales presentes detrás de  $R_1$  (figs. 111, 156-158); coloración del cuerpo castaña, grisácea o negruzca ..... *Oligoneuridae*
- 1b- Venación alar completa o sólo moderadamente reducida, numerosas venas longitudinales presentes detrás de  $R_1$  (figs. 112-121); coloración del cuerpo variada ..... 2
- 2a- Base de las venas  $MP_2$  y  $CuA$  fuertemente divergentes de la base de  $MP_1$ ; las posteriores con numerosas venas longitudinales y transversales; vena  $MA$  del ala posterior no bifurcada (figs. 112-115) ..... 3
- 2b- Base de las venas  $MP_2$  y  $CuA$  poco divergentes de la vena  $MP_1$  (puede divergir solamente la vena  $MP_2$  de  $MP_1$ ); alas posteriores variada, pudiendo estar reducidas o ausentes; vena  $MA$  del ala posterior bifurcada o no bifurcada (figs. 120-121, 134-141) ..... 5
- 3a- Patas medias y posteriores del macho y todas las patas de la hembra débiles, no funcionales; coloración del cuerpo usualmente pálida ..... *Polymitarcyidae*
- 3b- Todas las patas en ambos sexos bien desarrolladas, funcionales; coloración del cuerpo variada ..... 4
- 4a- Vena  $MA_2$  del ala anterior 1,3 a 3 veces más larga que la base de  $MA$  (figs. 114-115); fórceps genitales del macho con un largo segmento basal y un corto segmento terminal o ninguno (fig. 127) ..... *Euthyplocidae*

- 41- Vena MA<sub>2</sub> del ala anterior más corta, igual o solo apenas más larga que la base de MA (fig. 112); forceps genitales del macho con dos largos segmentos basales [Neotropical y Neartica] ..... *Ephemeridae*  
*Hexagenia (Pseudeutonica)*
- 5a- Venas MA<sub>2</sub> y MP<sub>2</sub> separadas basalmente de su tronco respectivo; penes del macho reducidos; uno o dos intercalares marginales (fig. 121) ..... *Baetidae*
- 5b- Venas MA<sub>2</sub> y MP<sub>2</sub> no separadas basalmente de su tronco respectivo (figs. 120, 134-141); penes del macho bien desarrollados ..... 6
- 6a- Alas posteriores generalmente presentes y relativamente grandes con una o más venas bifurcadas; proyección costal más corta que el ancho alar (figs. 119b-120b); si las alas posteriores están ausentes, alas anteriores con varias venas transversas tocando el margen externo (figs. 134 a-141 a) ..... 8
- 6b- Alas posteriores ausentes o pequeñas, si están presentes, con dos o tres venas simples y la proyección costal larga y recta o recurvada (fig. 161b) ..... 7
- 7a- Venas MP<sub>2</sub> e IMP del ala anterior se extienden menos de 3/4 la longitud de la vena MP<sub>1</sub> (figs. 160-161); vena MA del ala anterior generalmente formando una horquilla más o menos simétrica (excepto en *Tricorythopsis*); forceps genitales del macho bi- o tri-segmentados (figs. 163-170) ..... *Leptophlebiidae*
- 7b- Vena MP<sub>2</sub> e IMP del ala anterior casi tan larga como la vena MP<sub>1</sub> (fig. 117); vena MA<sub>2</sub> del ala anterior unida en la base a la vena MA<sub>1</sub> por una transversal; forceps genitales del macho unisegmentados ..... *Ctenidae*
- 8a- Las intercalares cubitales del ala anterior consisten de una serie de venillas, a menudo bifurcadas o sinuosas, que unen la vena CuA al margen posterior (fig. 120); tarso posterior penta-segmentado ..... 10
- 8b- Intercalares cubitales del ala anterior variadas pero no como en el dilema anterior (figs. 119, 134-141); algunas veces ausentes; tarso posterior tetra o penta-segmentado ..... 9
- 9a- Cortas intercalares marginales sueltas basalmente presentes entre las venas a lo largo de todo el margen externo del ala (fig. 119); forceps genitales del macho con un corto segmento terminal [Brasil] ..... *Ephemerellidae*  
*Melanemerella*
- 9b- Sin verdaderas intercalares marginales sueltas basalmente como en el dilema anterior (figs. 134-141); forceps genitales del macho con 2 cortos segmentos terminales ..... *Leptophlebiidae*
- 10a- Vena CuP del ala anterior fuertemente recurvada (fig. 118) [Sud de Argentina, Chile y Brasil] ..... *Coloburiscidae*
- 10b- Vena CuP del ala anterior solo levemente o no recurvada (fig. 120) ..... 11  
*Murphyella*

Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos

- 11a- Basitarso de las patas posteriores (parcialmente fusionado a la tibia) subigual o más largo que la tibia; forceps genitales tetra-segmentados; placa subgenital del macho con una profunda incisión en forma de U [Sur de la Argentina y Chile] ..... *Oniscigastridae*  
*Siphonella*
- 11b- Basitarso de las patas posteriores (más o menos fusionado a la tibia) más corto que la tibia; forceps genitales tri-segmentados, o si tetra-segmentados, la placa subgenital del macho carece de una profunda incisión en forma de U ..... 12
- 12a- Uñas tarsales de un par similares, ambas apicalmente aguzadas [Sur de la Argentina y Chile] ..... *Siphonuridae*  
*Metamonius*
- 12b- Uñas tarsales de un par diferentes entre si ..... *Ameletopsidae*
- Familia Ameletopsidae**
- 1a- Filamento terminal mucho más corto que los cercos; venas transversas del área estigmática del ala anterior anastomosadas, forceps trisegmentados [Sud de Chile y la Argentina] ..... *Chaquihua*
- 1b- Filamento terminal subigual en longitud a los cercos; venas transversas del área estigmática del ala anterior no anastomosadas, forceps tetra-segmentados [Sud de Chile y la Argentina] ..... *Chilopter*
- Familia Baetidae**
- 1a- Ojos del macho no desarrollados formando "turbante" ..... *Aturbina*
- 1b- Ojos del macho desarrollados dorsalmente, formando "turbante" ..... 2
- 2a- Alas posteriores ausentes ..... 3
- 2b- Alas posteriores presentes, aunque pueden estar reducidas ..... 5
- 3a- Segmento basal de los forceps proyectado hacia la línea media (fig. 128) ..... *Baetodes*
- 3b- Segmento basal de los forceps no como en el caso anterior ..... 4
- 4a- Segundo segmento de los forceps con una fuerte proyección interna (fig. 129) ..... *Guajirulus*
- 4b- Segundo segmento de los forceps sin tales proyecciones ..... *Americabaetis*
- 5a- Cuerpo con pequeñas manchas castaño-rojizas ..... *Callibaetis*
- 5b- Cuerpo sin tales manchas ..... 6
- 6a- Tres venas longitudinales presentes en las alas posteriores (fig. 123) ..... 7
- 6b- Dos venas longitudinales en las alas posteriores (figs. 122, 124) ..... 10
- 7a- Forceps de los machos tetrasegmentados, segmento basal sin proyecciones internas (fig. 131), segmento 3 de los forceps aproximadamente 1/2 del segmento 2 ..... *Fallceon*

- 7a- Forceps de los machos trisegmentados, segmento basal con o sin una proyección interna; segmento 3 de los forceps variados ..... 8  
 8a- Segmento 3 de los forceps alrededor de 1/5 de la longitud del segmento 2 (fig. 130) ..... *Moribaetis*  
 8b- Segmento 3 de los forceps aproximadamente 1/4 de la longitud del segmento 2 ..... 9  
 9a- Segmento basal de los forceps con una proyección interna (fig. 132) .....  
 9b- Segmento basal de los forceps sin proyecciones internas (fig. 133) ..... *Andesiops*  
 10a- Proyección costal del ala posterior situada en la parte media; forceps tetrsegmentados, base del segundo segmento de los forceps ensanchado y con setas ..... *Clorodes*  
 10b- Proyección costal del ala posterior situada alrededor de 1/4 de la distancia de la base al ápice (fig. 124b); forceps trisegmentados, sin ensanchamiento en el segundo segmento ..... 11  
 11a- Región anal del ala anterior bien desarrollada (fig. 121 a); especies relativamente pequeñas y robustas (generalmente entre 5 y 7 mm) ..... *Camelobaetidiux*  
 11b- Región anal del ala anterior relativamente recta (fig. 124 a); especies relativamente grandes y esbeltas (generalmente entre 9 y 11 mm) ..... *Mayobaetis*

#### Familia Caenidae

- 1a- Preesternito más ancho que largo ..... 2  
 1b- Preesternito más largo que ancho ..... 3  
 2a- Pedicelo de las antenas 1.5 a 2 veces más largo que el escapo (semejante a fig. 107) [Holártica y Neotropical] ..... *Brachycercus*  
 2b- Pedicelo de las antenas subigual al escapo (semejante a fig. 105) [Holártica y Neotropical] ..... *Cercobrachys*  
 3a- Penes cubiertos por el noveno esternito (fig. 125) [Brasil] ..... *Brasilocaenis*  
 3b- Penes no cubiertos por el noveno esternito (fig. 126) [Distribución amplia, excepto Australia] ..... *Caenis*

#### Familia Euthyphlebiidae

- 1a- Área cubital con 1 o 2 intercalares paralelas a CuA (fig. 115) [Desde Brasil y Perú hasta Honduras] ..... *Campylocia*  
 1b- Vena CuA conectada al margen posterior por más de 10 intercalares sigmoidales (fig. 114) ..... 2  
 2a- Ala posterior triangular, casi la mitad de la longitud del ala anterior (fig. 114b) [Neotropical] ..... *Euthyphlebia*  
 2b- Ala posterior elongada, de aproximadamente 1/4 de la longitud del ala anterior (fig. 116) [Ecuador] ..... *Mesoplocia*

#### Familia Leptophlebiidae

- 1a- Alas posteriores ausentes ..... 2  
 1b- Alas posteriores presentes ..... 3  
 2a- Placa estilífera casi tan larga como ancha; forceps levemente curvados; penes cubiertos ventralmente por la placa estilífera [Brasil] ..... *Askola*  
 2b- Placa estilífera dos veces más ancha que larga; forceps fuertemente curvados (fig. 144); penes sobresaliendo de la placa estilífera [Norte y Centro de América del Sur] ..... *Hagenulopsis*  
 3a- Uñas tarsales de un par iguales entre sí (fig. 142) ..... 4  
 3b- Uñas tarsales de un par diferentes entre sí, una aguda y la otra roma (fig. 143) ..... 13  
 4a- Horquilla de la vena MA asimétrica (fig. 134) ..... 5  
 4b- Horquilla de la vena MA simétrica (fig. 135) ..... 7  
 5a- 1/3 apical de los penes dividido, lóbulos separados, tubulares, cada uno con un proceso corto y esclerotizado, sobre el margen interno (fig. 145) [Sur de Argentina y Chile] ..... *Nousia* (en parte)  
 5b- 1/3 apical de los penes dividido, lóbulos contiguos y sin apéndices ..... 6  
 6a- Proyección costal del ala posterior redondeada, apenas sobresaliendo del margen costal [América del Sur y Antillas] ..... *Terpides*  
 6b- Proyección costal del ala posterior larga, sobresaliendo notoriamente del margen costal [Norte de Brasil] ..... *Fittkaulus*  
 7a- Penes fusionados en 1/2 o 2/3 basal (fig. 146) ..... 8  
 7b- Penes divididos en toda su extensión, tubulares, con apéndices (fig. 147) ..... 9  
 8a- Penes fusionados en 1/2 basal, cada lóbulo con una espina subapical larga y gruesa (fig. 146) [Sur de la Argentina y Chile] ..... *Archethraulodes*  
 8b- Penes fusionados en sus 2/3 basales, cada lóbulo con un corto proceso esclerotizado en el margen interno, nunca con forma de espina (fig. 145) [Sud de Argentina y Chile] ..... *Nousia* (en parte)  
 9a- Venas transversas en el 1/3 apical del área costal del ala anterior anastomosadas (fig. 135), hembra con guía para huevo [Sud de Argentina y Chile] .....  
 9b- Venas transversas del área costal del ala anterior no anastomosadas, hembra sin guía para huevos ..... 10  
 10a- Vena MP<sub>2</sub> del ala anterior fuertemente recurvada (fig. 136) ..... 11  
 10b- Vena MP<sub>2</sub> del ala anterior moderadamente recurvada (fig. 141) ..... 12  
 11a- En el ala anterior la vena ICu, unida en la base a la vena CuA (fig. 136) [Montañas de la Argentina, Chile y Sudeste de Brasil] ..... *Penaphlebia*  
 11b- En el ala anterior la ICu, unida en la base a las venas CuA y CuP [Sudeste de Brasil y Noreste de la Argentina] ..... *Massartella*  
 12a- Lóbulos de los penes cilíndricos, con una proyección apical en cada uno de ellos (fig. 147) [Andes de la Argentina, Chile y Bolivia] ..... *Massartellopsis*

12b-	Mitad basal de los penes bulbosa, resto cilíndrico, con una espina lateral subapical, situada en el borde externo (fig. 148) [Sur de Chile] ..... <i>Rhigotopus</i>	14
13a-	Horquilla de la vena MA del ala anterior asimétrica (fig. 137, 139) .....	14
13b-	Horquilla de la vena MA del ala anterior simétrica (fig. 138) .....	27
14a-	Penes fusionados en 1/3 o 1/2 basal, resto dividido, con algún tipo de apéndice (fig. 151) .....	15
14b-	Penes divididos, sin apéndices .....	24
15a-	Ángulos posterolaterales de la placa subgenital proyectados posteriormente, lóbulos de los penes con un apéndice ventral, generalmente dirigido lateralmente (fig. 151) [Neotropical] ..... <i>Farrodes</i>	16
15b-	Ángulos posterolaterales de la placa subgenital no proyectados como en el caso anterior, lóbulos de los penes con proyecciones ventrales no dirigidas lateralmente .....	17
16a-	Placa subgenital sin proyecciones posteriores .....	19
16b-	Placa subgenital con una o dos proyecciones sobre su margen posterior (fig. 152) .....	16
17a-	Lóbulos de los penes divididos en su 1/4 apical, cada lóbulo con una proyección ventral en forma de espina curva, divergentes apicalmente [Sudeste de Brasil] ..... <i>Hylister</i>	18
17b-	Lóbulos de los penes divididos en su 1/2 o 2/3 apicales, proyecciones ventrales de cada lóbulo no como se menciona arriba (fig. 149) .....	18
18a-	Proyección costal de las alas posteriores fuertemente desarrollada (fig. 139b); parte del área costal teñida fuertemente [distribuido en la cuenca Amazónica y Guayanas] ..... <i>Simothraupis</i>	20
18b-	Proyección costal de las alas posteriores no tan desarrollada; ala posterior sin fuertes manchas [Cuenca Paranaense] ..... <i>Homothraupis</i>	21
19a-	Placa subgenital con una proyección media única, que se proyecta dorsalmente entre los penes; penes con una proyección en forma de espina, dirigida anteromedialmente [Surinam] ..... <i>Paramaka</i>	22
19b-	Placa subgenital con proyecciones pares (fig. 152-153) .....	20
20a-	Penes con proyecciones ventrales en forma de espinas rectas, dirigidas hacia el eje del cuerpo, con proyecciones romas en la placa subgenital (fig. 153) .....	21
20b-	Penes con proyecciones en forma de espinas curvas, o en forma de lóbulos; proyecciones de la placa subgenital variadas (fig. 150) .....	22
21a-	Proyecciones de la placa subgenital con base muy ancha (especies sudamericanas) (fig. 153) [Norte de la Argentina y Sur de Bolivia] ..... <i>Traverella (Zonda)</i>	

21b-	Proyecciones de la placa subgenital con base más angosta [Neotropical] ... <i>Hydrosmilodon</i> (en parte)	23
22a-	Proyecciones ventrales de los penes delgadas, en forma de espinas y divergentes apicalmente (fig. 152); proyecciones de la placa subgenital en forma de espinas agudas cercanas a la base de los forceps [Argentina, Brasil, Uruguay y Paraguay] ..... <i>Needhamella</i>	23
22b-	Proyecciones de los penes y la placa subgenital variadas pero no en la combinación arriba mencionada .....	23
23a-	Placa subgenital con anchas proyecciones en la base de los penes; penes con proyecciones ventrales anchas y en forma de lóbulo [Paraguay, Uruguay y Norte de la Argentina] ..... <i>Hermanella (Hermanella)</i>	25
23b-	Placa subgenital con proyecciones delgadas y romas en la base de los penes; penes con cortas proyecciones ventrales en forma de espinas curvas (fig. 150) [Norte de la Argentina y Sur de Brasil] ..... <i>Hermanella (Guayakia)</i>	25
24a-	Par de uñas tarsales de la pata anterior del macho de forma diferente a las de las patas medias y posteriores [Neotropical] ..... <i>Miroculis</i>	25
24b-	Par de uñas tarsales de la pata anterior de igual forma que las de las patas medias y posteriores .....	25
25a-	En el ala posterior la proyección costal apenas sobresale del margen costal, su borde posterior no forma ángulo con éste, ápice de la proyección costal agudo, la vena Sc termina más allá de la proyección costal [Guayanas] ..... <i>Miroculis</i>	26
25b-	En el ala posterior la proyección costal está bien desarrollada, sobresaliendo bastante del margen costal, su borde posterior forma casi un ángulo recto con éste; la vena Sc termina en el borde posterior del margen costal (fig. 140) ..	26
26a-	Apice de la proyección costal redondeado, ápice de los lóbulos de los penes anchos y redondeados (fig. 140) [Surinam y Norte de Brasil] ..... <i>Microphlebia</i>	28
26b-	Apice de la proyección costal aguda, ápice de los lóbulos de los penes terminados en punta [Surinam y Norte de Brasil] ..... <i>Hermanellopsis</i>	29
27a-	Lóbulos de los penes fusionados, excepto fisura apical, a veces con una gran espina apical o muchas espinas apicales pequeñas [Montañas de la Argentina y Chile] ..... <i>Meridialaris</i>	29
27b-	Lóbulos de los penes divididos en toda su extensión, o fusionados en 1/2 o 1/3 basal .....	32
28a-	Lóbulos de los penes divididos en toda su extensión (fig. 154) .....	32
28b-	Lóbulos de los penes fusionados en su 1/2 o 1/3 basal (fig. 155) .....	32

<sup>3</sup> En las especies centroamericanas, las espinas de los penes pueden ser curvas  
<sup>4</sup> Géneros difíciles de separar entre sí en este estado



- 29a- Base de los forceps ampliamente separadas, segmento basal muy largo y delgado, con 1/6 basal muy ensanchado y formando ángulo con el margen interno (fig. 154) ..... 30
- 29b- Bases de los forceps cercanas entre sí, segmento basal no como en el caso anterior ..... 31
- 30a- Vena Sc de las alas posteriores 9/10 de la longitud total del ala; ápice de los penes redondeados, cada lóbulo con una proyección digitiforme ventral (fig. 154) [Neotropical] ..... *Ulmeritius*
- 30b- Vena Sc de las alas posteriores de 6/10 de la longitud total del ala; ápice de los penes más bien recto, con una o más espinas [Neotropical] ..... *Ulmeritoides*
- 31a- Lóbulos de los penes con una proyección apical o subapical espiniforme dirigida hacia el centro, cavidades donde articulan los forceps unidas, formando una única cavidad [Neotropical y Neártica] ..... *Thraulodes*
- 31b- Lóbulos de los penes con una proyección subapical espiniforme ventrolateral dirigida ventralmente y hacia afuera, cavidades donde se alojan los forceps separadas [Ecuador] ..... *Ecnaphlebia*
- 32a- Lóbulos de los penes fusionados en su 1/3 basal, cada lóbulo con una proyección ventrolateral cerca del ápice (Fig. 155) [Neotropical] ..... *Atopophlebia*
- 32b- Lóbulos de los penes fusionados en su 1/2 basal, lóbulos con espinas o proyecciones, pero siempre ventrales ..... 33
- 33a- Ápice de los penes sin espinas, redondeados, con un semicirculo de setas subapicales [Sur de Chile] ..... *Demoulinellus*
- 33b- Ápice de los penes con cortas espinas y setas apicales [Sur de Chile] ..... *Secocheia*

#### Familia Oligoneuriidae

- 1a- Dos filamentos caudales presentes ..... 2
- 1b- Tres filamentos caudales presentes ..... 3
- 2a- Venas IRs/R<sub>2</sub> (superpuestas) alejándose de la vena R<sub>1</sub> cerca de la base de ésta; ápice de la placa estilígera del macho convexa [Neotropical] ..... *Spaniophlebia*
- 2b- Venas IRs/R<sub>2</sub> (superpuestas) alejándose de la vena R<sub>1</sub> a partir del centro del ala (fig. 156); ápice de la placa estilígera del macho con una depresión [Neotropical y Neártica] ..... *Lachlania*
- 3a- Venas transversas ausentes en alas anteriores y posteriores (fig. 111); forceps genitales del macho ausentes [Neotropical y Neártica] ..... *Homoeoneuria* (*Notachora*)
- 3b- Venas transversas presentes en alas anteriores y posteriores (figs. 157-158); forceps genitales presentes o ausentes ..... 4
- 4a- Machos ..... 5
- 4b- Hembras ..... 6

#### Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos

- 5a- Forceps genital del macho ausentes; tibia posterior más de dos veces la longitud del fémur posterior; tergos 8-9 ampliamente expandidos ..... *Fittkauneuria*?
- 5b- Forceps genital del macho bisegmentados (fig. 159); tibia posterior más corta que el fémur posterior; tergos 8-9 pueden tener extensiones posterolaterales, pero no muy expandidas ..... *Oligoneurioides*
- 6a- Venas transversas presentes en el campo costal y entre las venas R<sub>1</sub> y las venas IRs/R<sub>2</sub> (superpuestas) solamente (fig. 158) [Brasil] ..... *Oligoneurioides*
- 6b- Venas transversas presentes en el campo costal, entre las venas R<sub>1</sub> y las venas R<sub>4+5</sub>/Ma, y restos de venas transversas en el campo MP ..... *Oligoneuria*?

#### Familia Polymitarcyidae

- 1a- Margen externo de las alas con un denso retículo irregular de venas marginales e intercalares; forceps genitales del macho tetrasegmentados [Neártica y Neotropical] ..... *Polymitarcyinae*
- 1b- Margen externo de las alas desprovisto de un denso retículo irregular de venas marginales e intercalares (fig. 113) ..... 2
- 2a- Venas transversas del ala anterior conectadas al margen externo [Neotropical] ..... *Asthenopodinae*
- 2b- Venas transversas del ala anterior no conectadas al margen externo (fig. 113a) ..... *Asthenopus*
- 3a- Patas medias y posteriores anchas y en forma de aleta, tibias y tarsos ausentes [Neotropical y Neártica] ..... *Campsurinae*, 3
- 3b- Patas medias y posteriores delgadas, con todos los segmentos [Neotropical y Neártica] ..... *Campsurus*
- ..... *Tortopus*

#### Familia Leptohyphidae

- 1a- Ala anterior con lóbulo cubitoanal muy desarrollado (ala más ancha en el 1/3 basal), sobre todo en el macho (fig. 160); alas posteriores ausentes ..... 2
- 1b- Lóbulo cubitoanal no tan extendido (ala anterior más ancha en la zona media, fig. 161); alas posteriores presentes o ausentes ..... 3
- 2a- Forceps trisegmentados, largos y delgados, 2do. segmento con base globosa (fig. 163); filamento terminal de la hembra al menos tan largo como el abdomen ..... *Tricorythodes*

Aunque los machos de *Oligoneuria* y las hembras de *Fittkauneuria* no se conocen, es muy improbable que ellos pertenezcan al mismo género porque las alas de *Fittkauneuria* (fig. 157) tienen numerosas venas transversas en el campo MA, ausentes en *Oligoneuria*.

- 21s. Forceps bisegmentados, cortos, el segmento distal ubicado perpendicularmente al basal (fig. 164); los tres filamentos caudales de la hembra muy cortos, menos de la mitad de la longitud del abdomen ..... *Tricorythopsis*
- 3a. Ojos del macho grandes y dorsales, divididos en una porción dorsal blanquecina y una ventral más pequeña, negruzca; alas posteriores ausentes en ambos sexos; forceps bisegmentados ..... *Leptohyphodes*
- 31s. Ojos del macho pequeños y negruzcos, no divididos, laterales (fig. 162); alas posteriores presentes al menos en los machos; forceps bi o trisegmentados ..... 4
- 4a. Filamentos membranosos del mesoscutellum ausentes o no sobresalen de este esclerito; forceps bisegmentados (fig. 165) ..... *Haplohyphes*
- 41s. Filamentos membranosos del mesoscutellum presentes (fig. 171); forceps trisegmentados (figs. 166-169) ..... 5
- 5a. Penes divididos en su mitad apical, en forma de Y o T, con una espina y un lóbulo romo en el extremo de cada pene (fig. 166); ala posterior de la hembra ausente o presente (fig. 161b) ..... *Leptohyphes*
- 51s. Penes completamente fusionados o con delgada ranura apical pero con los extremos no divergentes, con o sin espinas (figs. 167-169); ala posterior de la hembra ausente ..... 6
- 6a. Placa estilígera con un par de proyecciones posterolaterales, paralelas y externas a los forceps (fig. 168); penes con un par de espinas dorsales cortas y cilíndricas cerca de la base (fig. 168) ..... *Traverhyphes*
- 61s. Placa estilígera sin proyecciones posterolaterales (figs. 167-169); penes sin espinas o con un par de filamentos esclerosados laterales ..... 7
- 7a. Filamento terminal del macho con una fuerte espina ventral en la base (fig. 170); penes sin grandes espinas (fig. 169) ..... *Allenhyphes*
- 71s. Filamento terminal sin espina basal, puede tener setas delgadas; penes con un par de largos filamentos esclerosados laterales (fig. 167) ..... *Yaurina*

## GLOSARIO

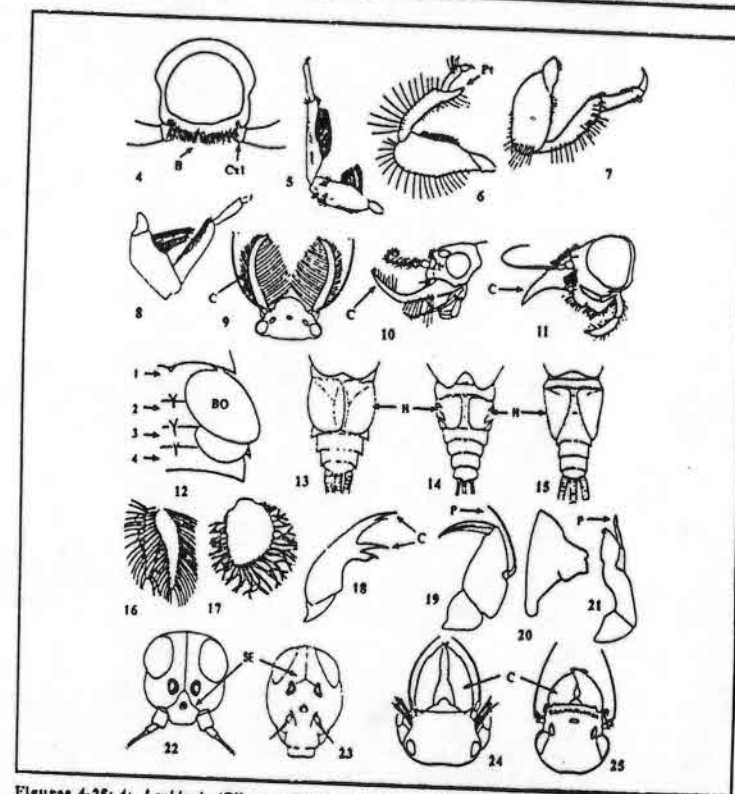
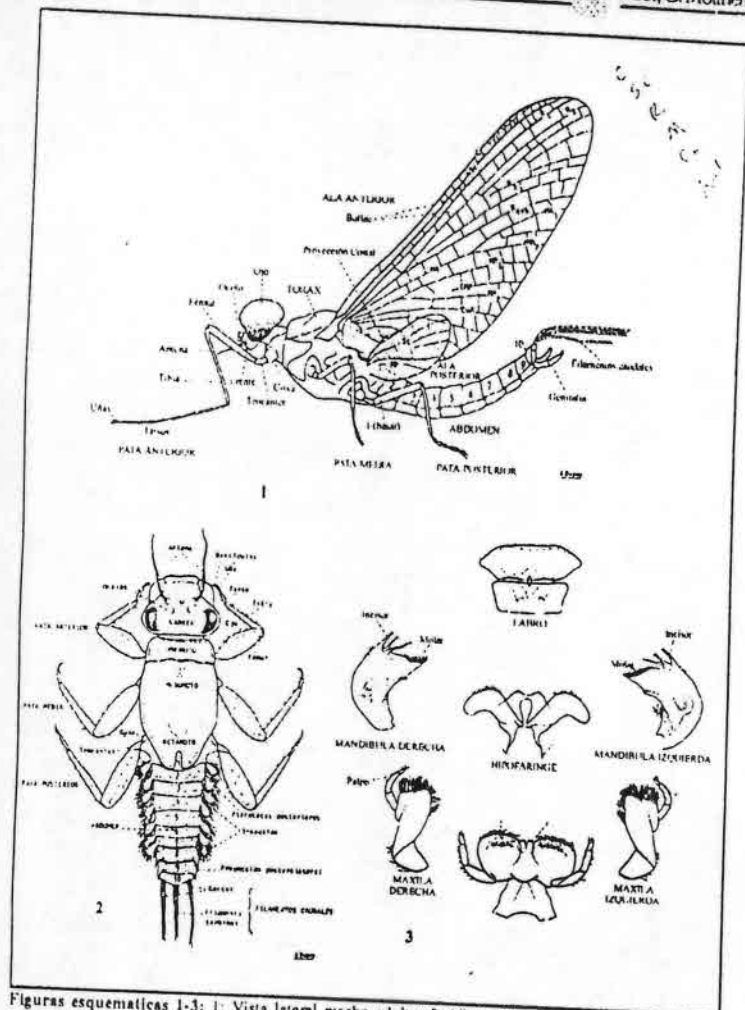
- Área Costal: Zona delimitada por las venas C y Sc.
- Branquia operculada: Branquia modificada para proteger las restantes, generalmente más grande.
- Cabeza hipognata: Cabeza orientada verticalmente, con el aparato bucal dirigido hacia abajo.
- Cabeza prognata: Cabeza orientada horizontalmente, con el aparato bucal dirigido hacia adelante.
- Carina: Arruga o reborde.

## para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos

- Colnillo mandibular: Proyección en forma de hoja de sable, que nace de las mandíbulas y sirve generalmente para cavar.
- Colnillo depredador: Proyección de las mandíbulas, que sirve para cazar.
- Crenulado: Con ondas o festones.
- Denticulos tarsales: pequeñas proyecciones situadas generalmente en el margen interno, cóncavo de las uñas tarsales.
- Espina tibial: Proyección en forma de espina de la parte distal de la tibia.
- Espina posterolateral: Proyección en tergos abdominales, visible ventralmente.
- Falcado: En forma de hoz.
- Fórmula branquial: en Leptohyphidae cada branquia está formada por varios lóbulos unidos cerca de la base, la fórmula branquial se refiere el número de lóbulos en cada branquia desde la branquia abdominal 2 hasta la 6.
- Pata fosorial: Pata adaptada para cavar.
- Pteroteca: Estuche alar donde se encuentra plegada el ala en la ninfa.
- Seta: Estructura en forma de pelo, desarrollada a partir de la cutícula.
- Tubérculo ocelar: Tubérculo o prominencia, en cuyo ápice se ubican los ocelos.
- Uña tarsal: Uña o garra que se encuentra en el segmento distal de las patas.
- Vena intercalar: Vena longitudinal que se encuentra entre las venas longitudinales principales.
- Vena intercalar marginal: Corta vena paralela a las longitudinales, y que llega al margen alar.
- Vena longitudinal: Vena que se extiende paralela al eje mayor del ala.
- Vena transversa: Vena perpendicular a las longitudinales.
- Vértex: Parte dorsal de la cabeza entre los ojos compuestos, frente y ocelpelo.

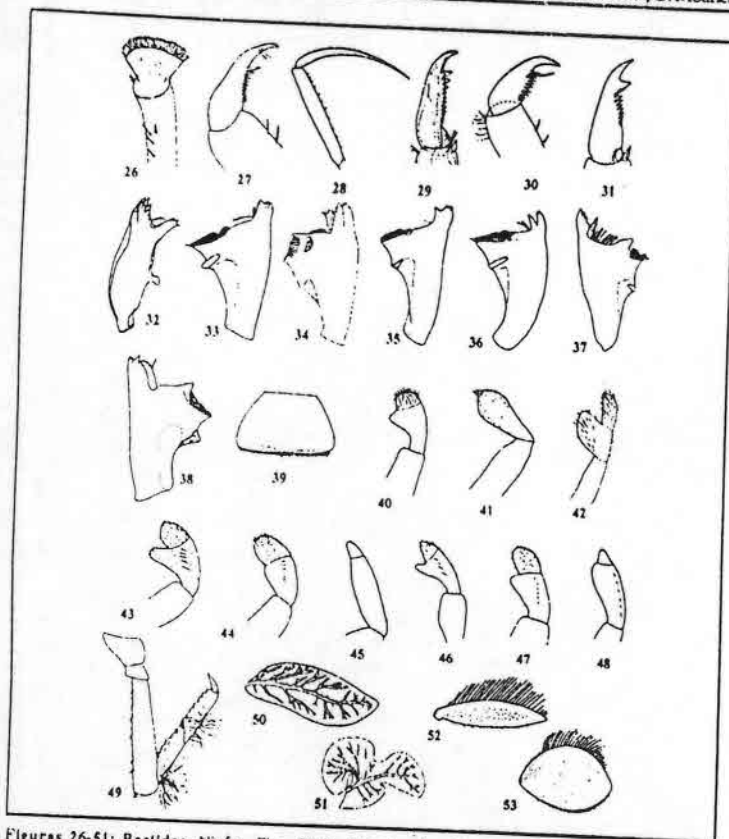
- Brittain, J. E. 1982. Biology of Mayflies. *Ann. Rev. Entomol.* 27: 119-147.
- Demoulin, G. 1955. Une nussion biologique beige au Brésil. *Ephéméroptères*. *Bull. Inst. R. Sci. Nat. Belg.* 31(20):1-32.
- Dominguez, E. 1991. The status of the Genus *Ulmerius* (Ephemeroptera: Leptophlebiidae: Atalophlebiinae) and related taxa. pp 157-167. En: J. Alba-Tecedor & A. Sanchez-Ortega [eds.], *Overview and Strategies of Ephemeroptera and Plecoptera*. Sandhill Crane Press, Gainesville, Florida. 588+xiv pp.
- Dominguez, E. 1998. Capítulo "Ephemeroptera", en *Biodiversidad de Artrópodos argentinos*. J.J. Morrone y S. Coscarón, eds. pp 7-13. Editorial Sur, La Plata.
- Dominguez, E. & R. W. Flowers. 1989. A revision of *Hermanella* and related genera (Ephemeroptera: Leptophlebiidae: Atalophlebiinae) from Subtropical South America. *Ann. ent. Soc. Amer.* 82: 555-573.
- Dominguez, E., M. D. Hubbard & W. L. Peters. 1992. Clave para Ninfas y Adultos de las Familias y Géneros de Ephemeroptera (Insecta) Sudamericanos. *Biología Acuática* 16. 32 pp. ILPLA. UNLP. La Plata, Argentina.
- Dominguez, E., M. D. Hubbard & M. L. PESCADOR. 1994. Los Ephemeroptera en Argentina. *Fauna de Agua Dulce de la República Argentina* 33 (1): 1-142. FECIC. Buenos Aires.
- Dominguez, E., M. D. Hubbard & W. L. Peters. 1995. Capítulo «Ephemeroptera», en *Ecosistemas de Aguas Continentales, Metodologías para su estudio*. E. C. Lopretto y G. Tell, eds. pp. 1069-1089.
- Dominguez, E., W. L. Peters, J. G. Peters & H.M. SAVAGE. 1997. The imago of *Simothraulopsis* (Ephemeroptera: Leptophlebiidae: Atalophlebiinae). *Aquatic Insects* 19: 141-150.
- Edmunds, G. F., S. L. Jensen y L. Berner. 1976. *The Mayflies of North and Central America*. University of Minnesota Press, Minneapolis. x + 330 pp.
- Flowers, R. W. 1985. *Gujirulox*, a new genus of Neotropical Baetidae (Ephemeroptera). *Stud. Neotrop. Fauna Environ.* 20: 27-31.
- Flowers, R.W. 1987a. The adult stage of Three Central American Baetidae (Ephemeroptera: Baetidae) with Notes on the Genus. *Aquatic Insects* 9: 1-10.
- Flowers, R.W. 1987b. New species and Life Stages of *Atopophlebia* (Ephemeroptera: Leptophlebiidae: Atalophlebiinae). *Aquatic Insects* 9: 203-209.
- Hubbard, M.D. 1982. Catálogo abreviado de Ephemeroptera da América do Sul. *Pap. Avul. Zool.* 34(24):257-282.
- Hubbard, M. D., y W. L. Peters. 1977. Ephemeroptera. pag. 165-199 En S.H. Hurlbert (ed.) *Biota Acuática de América del Sur Austral*. San Diego State University, San Diego, California.
- Hubbard, M. D., y W. L. Peters. 1981. Ephemeroptera. pag.55-63 En S.H. Hurlbert, G. Rodríguez y N.D. Santos (eds.) *Aquatic Biota of Tropical South America, Part. 1: Arthropoda*. San Diego State University, San Diego, California.
- Lugo-Ortiz, C.R. & W.P. McCafferty. 1995. Three distinctive new genera of Baetidae (Insecta: Ephemeroptera) from South America. *Annls. Limnol.* 31: 233-243.
- Lugo-Ortiz, C.R. & W.P. McCafferty. 1996a. Phylogeny and classification of the *Boetodes* complex (Ephemeroptera: Baetidae), with description of a new genus. *J.N.Am. Benthol. Soc.* 15: 367-380.
- Lugo-Ortiz, C.R. & W.P. McCafferty. 1996b. Taxonomy of the Neotropical genus *Americabaetis*, new status (Insecta: Ephemeroptera: Baetidae). *Stud. Neotrop. Fauna Environ.* 31: 156-169.
- Lugo-Ortiz, C.R. & W.P. McCafferty. 1996c. *Aturbina georgel* gen. et sp. n.: A small Minnow Mayfly (Ephemeroptera: Baetidae) without Turbinate eyes. *Aquatic Insects* 18: 175-183.
- Lugo-Ortiz, C.R. & W.P. McCafferty. 1998. Five new genera of Baetidae (Insecta: Ephemeroptera) from South America. *Annls. Limnol.* 34:57-73.

- Lugo-Ortiz, C.R. & W.P. McCafferty. 1999. Three new genera of Small Minnow Mayflies (Insecta: Ephemeroptera: Baetidae) from the Andes and Patagonia. *Stud. Neotrop. Fauna Environ.* 34: 88-104.
- Lugo-Ortiz, C. R., W.P. McCafferty & R.D. Waltz. 1994. Contribution to the taxonomy of the Panamerican Genus *Falleon* (Ephemeroptera: Baetidae). *J. N. Y. Ent. Soc.* 102: 460-475.
- Malzacher, P. 1986. Caenidae aus dem Amazonasgebiet (Insecta: Ephemeroptera). *Spixiana* 9(1): 83-104.
- Malzacher, P. 1998. Remarks on the Genus *Brasilocaenis* (Ephemeroptera: Caenidae), with descriptions of a New species: *Brasilocaenis menderi*. *Suttgarter Beitr. Naturk., Ser. A.* 580: 1-6.
- Miserendino, M. L. 1996. Primera descripción de la ninfa de *Rhigotopus* (Ephemeroptera: Leptophlebiidae), con datos sobre su biología. *Rev. Soc. Entomol. Argent.* 55: 21-24.
- Moll, A. W. M., 1986. *Harpagobaeis gulosus* gen. nov., spec. nov., a new mayfly from Suriname (Ephemeroptera: Baetidae). *Zool. Mededel.* 60: 63-70.
- Needham, J.G., J.R. Traver y Y.C. Hsu. 1935. *The Biology of Mayflies*. Comstock Pub. Inc. N.Y. 759 pp.
- Pescador, M. L. Y G. F. Edmunds. 1994. New Genus of Oligoneuridae (Ephemeroptera) from South America. *Ann. Ent. Soc. Amer.* 87: 263-269.
- Pescador, M. L., M. D. Hubbard & M. C. ZUNIGA. 2001. The Status of the Taxonomy of the Mayfly (Ephemeroptera) Fauna of South America. Pp. 37-42. En: *Trends in Research in Ephemeroptera and Plecoptera*. E. Dominguez (ed.). Kluwer Academics/Plenum Publishers, New York.
- Pescador, M. L., & W. L. Peters. 1980. Two new genera of cool-adapted Leptophlebiidae (Ephemeroptera) from southern South America. *Ann. Ent. Soc. Amer.* 73:332-338.
- Pescador, M. L. & W. L. Peters. 1982. Four new genera of Leptophlebiidae (Ephemeroptera: Atalophlebiinae) from southern South America. *Aquatic Insects* 4: 1-19.
- Pescador, M. L. & W. L. Peters. 1985. Biosystematics of the genus *Nousia* from southern South America (Ephemeroptera: Leptophlebiidae: Atalophlebiinae). *J. Kansas Ent. Soc.* 58:91-123.
- Peters, W. L., 1969. *Askola froehlichii* a new genus and species from southern Brazil (Leptophlebiidae: Ephemeroptera). *Florida Ent.* 52: 253-258.
- Peters, W.L. & E. Dominguez. 2001. The Identity of *Hagenulopsis minuta* Spiehl (Leptophlebiidae, Atalophlebiinae). Pp. 353-358. En: *Trends in Research in Ephemeroptera and Plecoptera*. E. Dominguez (ed.). Kluwer Academics/Plenum Publishers, New York.
- Peters, W.L., & G. F. Edmunds. 1972. A revision of the generic classification of certain Leptophlebiidae from southern South America (Ephemeroptera). *Ann. ent. Soc. Amer.* 65:1398-1414.
- Ruffieux, L., J. M. Elouard & M. Sartori. 1998. Flightlessness in mayflies and its relevance to hypotheses on the origin of insect flight. *Proc. R. Soc. London. B.* 265:2135-2140.
- Savage, H. M., 1982. A curious new genus and species of Atalophlebiinae (Ephemeroptera: Leptophlebiidae) from the southern coastal mountains of Brazil. *Stud. Neotrop. Fauna Environ.* 17: 209-217.
- Savage, H. M. & W. L. Peters. 1983. Systematics of *Miroculx* and related genera from Northern South America (Ephemeroptera: Leptophlebiidae). *Trans. Amer. ent. Soc.* 108: 491-600.
- Savage, H. M., 1986. Systematics of the *Terplides* lineage from the Neotropics: Definition of the *Terplides* lineage, methods, and revision of *Fitikaulus* Savage & Peters. *Spixiana* 9:235-270.
- Waltz, R.D. & W.P. McCafferty. 1985. *Moribaetis*, a new genus of Neotropical Baetidae (Ephemeroptera). *Proc. ent. Soc. Wash.* 87: 239-251.

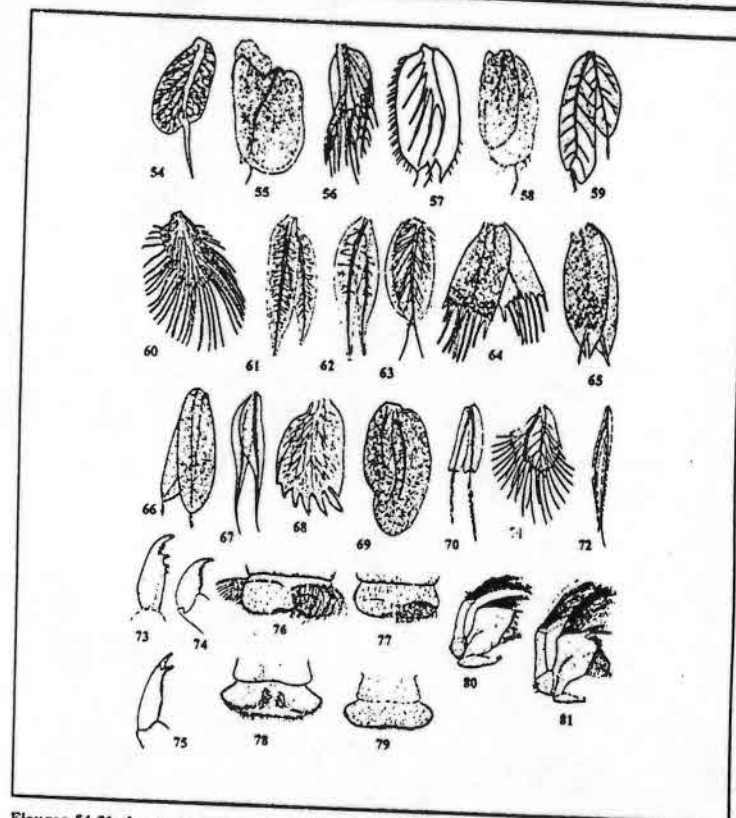


Figuras 4-25: 4. *Laetlania* (Oligoneuridae), v.v. Tórax, Cx1 = Coxa 1, B = branquias; 5. *Murphyella* (Coloburiscidae), v. d. pata anterior; 6. *Hexagenia* (Ephemeroidea), v.v. pata posterior, p = proyección tibial; 7. *Tortopus* (Polymitarcyidae: Campsaurinae), v. v. pata posterior; 8. *Laetlania* (Oligoneuridae), v.d. pata anterior; 9. *Euthyplocia* (Euthyplocidae), v.d. cabeza; 10. *Hexagenia* (Ephemeroidea), v.l. cabeza; 11. *Ephoron* (Polymitarcyidae: Polymitarcyinae), v.l. cabeza; 12. *Siphonella* (Oniscigastriidae), v.d. segmentos abdominales 1-4, Bo = branquia opercular 1; 13. *Caenis* (Caenidae), v.d. abdomen, B = branquia 2 opercular; 14. *Coryphorus* (Leptochyphidae), v. d. Abdomen, B = Branquia opercular; 15. *Tricorythodes*, B = branquia 2 opercular; 16. *Euthyplocia* (Euthyplocidae), branquia 4; 17. *Caenis* (Caenidae), branquia 4; 18. *Chaquihua* (Ameletopsidae), Mandíbula; 19. *Chaquihua* (Ameletopsidae), Maxila, p = palpo maxilar; 20. *Metamonius* (Siphonuridae), Mandíbula; 21. *Metamonius* (Siphonuridae), Maxila, p = palpo; 22. *Baetidae*, Cabeza, v. f.; 23. *Siphonuridae*, Cabeza, v. f.; 24. *Tortopus* (Polymitarcyidae: Campsaurinae), v.d. cabeza; 25. *Astenopus* (Polymitarcyidae: Astenopodinae), v.d. cabeza; SE = Sutura Epicranial.

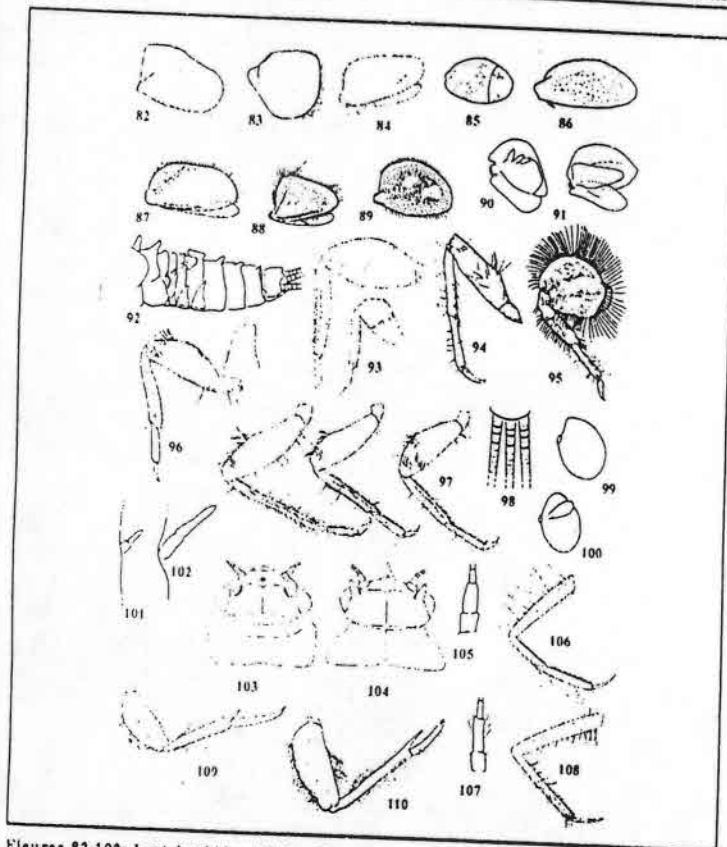




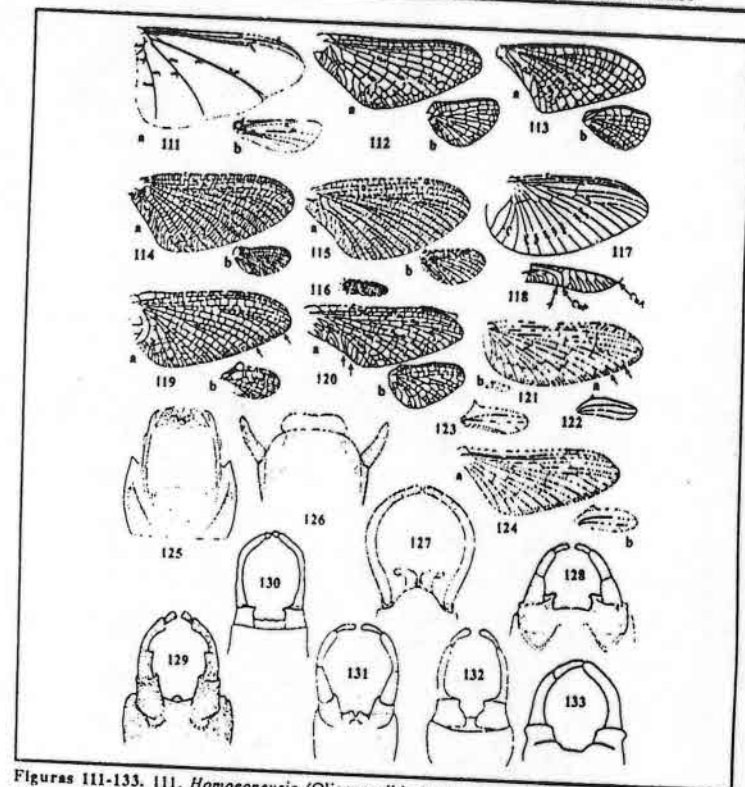
Figuras 26-51: Baelidae, Ninfas. Figs. 26-31, uñas tarsales. 26, *Camelobaetis*; 27, *Moribaetis*; 28, *Apobaetis*; 29, *Harpagobaetis*; 30, *Mayobaetis*; 31, *Guajirobaetis*. Figs. 32-38, mandíbulas (I= izquierda, D= derecha). 32, *Harpagobaetis*(I); 33, *Aturbina* (D); 34, *Fallcon* (D); 35, *Varipes* (D); 36, *Rivudiva* (D); 37, *Adebrotus* (I); 38, *Cryptonympha* (I). 39, *Tomadontus*, labro, v.d. Figs. 40-48, palpos labiales, v.v. 40, *Varipes*; 41, *Rivudiva*; 42, *Guajirobaetis*; 43, *Americobaetis*; 44, *Zelus*; 45, *Adebrotus*; 46, *Cryptonympha*; 47, *Andeslops*; 48, *Spirilops*. 49, *Cloodes*, pata I. 50, *Bernierius*, Branquia; 51, *Callibaetis*, branquia I. Figuras 52-53: Oligoneuridae, branquias. 52, *Homoeoneuria*; 53, *Fittkauneuria*. Fig. 29 y 32, modificadas de Mol (1986); 31 y 42 de Flowers (1985); 33 de Lugo-Ortiz y McCafferty (1996c); 34 de Lugo-Ortiz et al (1994); 37, 39, 45 de Lugo-Ortiz y McCafferty (1995); 36-38, 40-41, 44, 46, 48 de Lugo-Ortiz y McCafferty (1998); 43 de Lugo-Ortiz y McCafferty (1996b); 47 de Lugo-Ortiz y McCafferty (1999); 53 de Pescador y Edmunds, 1994.



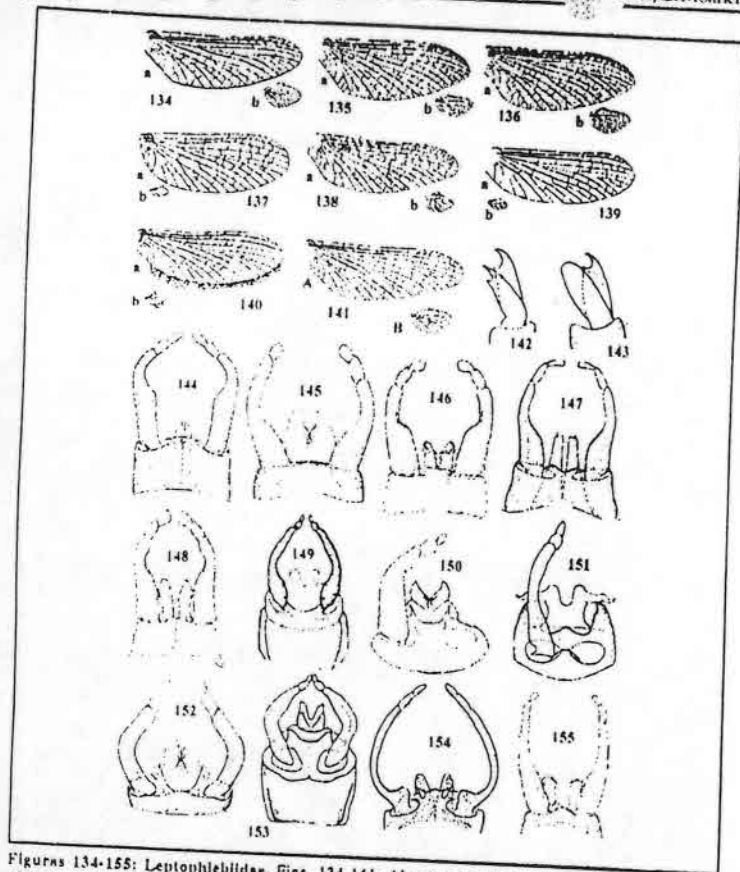
Figuras 54-81: Leptophlebiidae, Ninfas. Figs. 54-72, Branquias. 54, *Magallanella*; 55, *Mazzanella*; 56, *Atopophlebia*; 57, *Rhigotopus*; 58, *Hapsiphlebia*; 59, *Finkaulus*; 60, *Ulmertus*; 61, *Mazzanella*; 62, *Meridallaris*; 63, *Penaphlebia*; 64, *Hylinae*; 65, *Hermanella*; 66, *Noodhamella*; 67, *Blomothraulopsis*; 68, *Dactylophlebia*; 69, *Microphlebia*; 70, *Miroculla*; 71, *Askola*; 72, *Hagenulopsis*. Figs. 73-79, uñas tarsales. 73, *Perissophlebioides*; 74, *Ulmertus*; 75, *Farrodes*. Figs. 76-79, labros, v. d. 76, *Ulmertus*; 77, *Ulmertoides*; 78, *Thraulodes*; 79, *Meridallaris*. Figs. 80-81, maxilas. 80, *Noodhamella*; 81, *Hydrosmilodon*. Figs. 54 y 69 modificadas de Pescador y Peters (1980); 55, 58, 61-63 y 79 de Peters y Edmunds (1972); 56 de Flowers (1987); 57 de Misereandino (1996); 59 de Savage (1986); 60, 74, 76-77 de Domínguez (1991); 64-66, 80-81 de Domínguez y Flowers (1989); 67 de Domínguez et al (1997); 69-70 de Savage y Peters (1983); 71 de Peters (1969); 73 de Savage (1982).



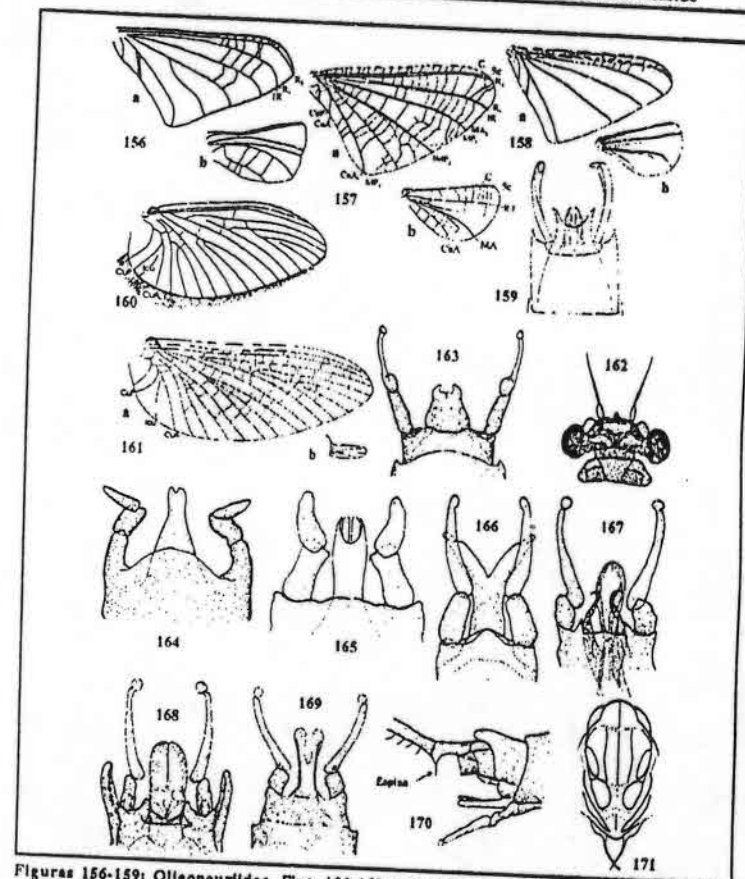
Figuras 82-102: Leptohyphidae, Ninfas. Figs. 82-89, Branquias operculares. 82, *Leptohyphes*; 83, *Coryphorus*; 84, *Haplohyphes*; 85, *Tricorythodes*; 86, *Leptohyphes*; 87, *Traverhyphes*; 88-89, *Tricorythodes*. Figs. 90-91, branquias 3. 90, *Leptohyphes*; 91, *Tricorythodes*. 92, *Coryphorus*, abdomen, v. l. 93, *Leptohyphes*, patas 1 y 3; 94-95, *Tricorythodes*, pata 1; 96, *Haplohyphes*, pata 1; 97, *Traverhyphes*, patas 1-3; 98, *Leptohyphes*, filamentos caudales. Figs. 99-100, branquias 6. 99, *Yaurina*; 100, *Allenhyphes*. Figs. 101-102, palpos labiales. 101, *Allenhyphes*; 102, *Yaurina*. Figuras 103-108: Caenidae, Ninfas. 103, *Caenis*, cabeza, v.d.; 104-106, *Cercobrachys*, 104, cabeza, v.d.; 105, escapeo y pedicelo; 106, pata 1; 107-108, *Brachycercus*, 107, escapeo y pedicelo; 108, pata 1. Figuras 109-110: Euthyplociidae, patas ninfas. 109, *Campylocia*; 110, *Euthyplocia*.



Figuras 111-133. 111, *Homoeoneuria* (Oligoneuriidae), alas, a = ant., b = post.; 112, *Hexagenia* (Ephemeridae), alas, a = ant., b = post.; 113, *Tortopus* (Polymitarcyidae: Campurinae), alas, a = ant., b = post.; 114, *Euthyplocia* (Euthyplociidae), alas, a = ant., b = post.; 115, *Campylocia* (Euthyplociidae), alas, a = ant., b = post.; 116, *Mesoplocia* (Euthyplociidae), ala ant. (detalle parte post.); 117, *Caenis* (Caenidae), ala ant.; 118, *Murphyella* (Coloburiscidae), ala ant. (detalle parte post.); 119, *Melanemarella* (Ephemerellidae), alas, a = ant., b = post.; 120, *Siphonella* (Onisogastridae), alas, a = ant., b = post.; 121, *Cumelobaetis* (Baetidae), a = ala ant., b = post.; 122, *Idem*, ala post. (detalle); 123, *Falleon* (Baetidae), ala post.; 124, *Mayobaetis* (Baetidae), alas, a = ant., b = post. (no en escala); Figuras 125-133: Genitalia masculina, v.v. 125, *Brasillocania* (Caenidae); 126, *Caenis* (Caenidae); 127, *Campylocia* (Euthyplociidae); 128, *Baetodes* (Baetidae); 129, *Guajiro* (Baetidae); 130, *Moribaetis* (Baetidae); 131, *Falleon* (Baetidae); 132, *Anderlops* (Baetidae); 133, *Deceptrivosa* (Baetidae). Fig. 111 modificada de Pescador y Peters (1980); 123 y 131 de Lugo-Ortiz et al. (1994); 124 de Waltz y McCafferty (1985); 125 de Malzacher (1998); 128 de Flowers (1987); 129 de Flowers (1985); 132 y 133 de Lugo-Ortiz y McCafferty (1999).



Figuras 134-155: Leptophlebiidae. Figs. 134-141, Alas (a= anterior, b= posterior). 134, *Nousia*; 135, *Ilapsiphebia*; 136, *Penaphebia*; 137, *Farrades*; 138, *Thraulodes*; 139, *Simothraulopsis*; 140, *Microphlebia*; 141, *Massartellopsis*. Figs. 142-143, uñas tarsales. 142, *Massartellopsis*; 143, *Massartella*. Figs. 144-155, Genitalia masculina, vista ventral. 144, *Hagenulopsis*; 145, *Nousia*; 146, *Archethraulodes*; 147, *Massartellopsis*; 148, *Rhigotopus*; 149, *Homothraulus*; 150, *Hermanella*; 151, *Farrades*; 152, *Needhamella*; 153, *Traverella*; 154, *Ulmertus*; 155, *Atopophlebia*. Fig. 134-136, 141-143, 145, 147 modificadas de Peters y Edmunds (1972); 139 de Domínguez, et. al (1997); 140 de Savage y Peters (1983); 144 de Peters y Domínguez (2001); 146, 148 de Pescador y Peters (1982); 150, 152-153 de Domínguez y Flowers (1989); 154 de Domínguez (1991) y 155 de Flowers (1987).



Figuras 156-159: Oligoneuridae. Figs. 156-158, Alas (a= ala anterior, b= ala posterior). 156, *Lachlania*; 157, *Flitkaunaria*; 158, *Oligoneuriloides* (macho). Fig. 159, *Oligoneuriloides*, genitalia masculina, v. v. Figuras 160-171: Leptohyphidae. 160, *Tricorythopsis*, ala anterior; 161, *Leptohyphes*, a= ala anterior, b= ala posterior. 162 *Traverhyphes*, cabeza, v.d. Figs. 163-169, Genitalia masculina, v.v. 163, *Tricorythodes*; 164, *Tricorythopsis*; 165, *Haplohyphes*; 166, *Leptohyphes*; 167, *Yaurina*; 168, *Traverhyphes*; 169, *Allenhyphes*. 170, *Allenhyphes*, terminalia vista lateral. 171, *Leptohyphes*, mesonoto, v. d., Fig. 157 modificada de Pescador y Edmunds (1994); 158-159 de Demoulin (1955).

## capítulo 2

# TRICHOPTERA

E. B. ANGRISANO

P. G. KOROB

### INTRODUCCIÓN

Con más de 1.100 especies citadas para América del Sur y aproximadamente 300 para la Argentina, puede considerarse que Trichoptera es uno de los órdenes de insectos más diversificados en agua dulce.

Las larvas son acuáticas y viven en refugios fijos o transportables que elaboran con seda; los adultos son aéreos y tienen aspecto de polillas de antenas largas. De pequeño a mediano tamaño y poco llamativos, son muy abundantes, las larvas en los cuerpos de agua y los adultos en las proximidades de ellos. En agua dulce han invadido distintos tipos de ambientes lóticos y lénticos, con preferencia los primeros.

El conocimiento taxonómico de nuestras especies es aún escaso, permanentemente se dan a conocer nuevas especies o se amplían los datos distribucionales de las ya conocidas. Entre los mayores cultores del grupo podemos mencionar a O. S. Flint quien ha descrito más de 1.000 especies neotropicales y ha realizado numerosas revisiones taxonómicas para diversas áreas geográficas. Recientemente se han elaborado un listado de especies de la Argentina (Angrisano 1998b), un catálogo de Trichoptera

---

Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos

H. R. FERNÁNDEZ y E. DOMÍNGUEZ (Editores)

Serie: Investigaciones de la UNT. Subserie: Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de Tucumán

neotropicales (Flint *et al.* 1999) y un catálogo de los Spicipalpia del cono sur (Angrisano 2000), los cuales proporcionan información sobre nuestras especies.

#### Diagnosis

Insectos holometábolos de 2 mm a 3 cm de longitud. Piezas bucales primariamente masticadoras, con diverso grado de reducción. Número primario de artejos en los palpos maxilares y labiales 5 y 3 respectivamente, con fuertes reducciones en los diversos grupos, siempre con los palpos maxilares más grandes que los labiales. Alas membranosas cubiertas de pelos, raramente de escamas; venación de tipo simple primitivo, con pocas transversas. Nunca hay escamas en el cuerpo. Cercos reducidos o ausentes. Larvas acuáticas, herbívoras, detritívoras, o predatorias; todas poseen glándulas labiales secretoras de seda con la que construyen redes fijas o habitáculos transportables recubiertos de material exógeno. Pupas acuáticas, décticas, desarrollándose siempre dentro de un capullo.

Es el grupo hermano de Lepidoptera. Los tricópteros tienen las siguientes sinapomorfías: adultos con nigma en horquilla 2; ponen los huevos en matriz gelatinosa; larvas acuáticas con antenas de un segmento; tentorio reducido; sistema traqueal presente y cerrado, respiración epidérmica o traqueal; ventilación por ondulación del abdomen; sin pseudopatas en los segmentos abdominales 1-8; construcción de capullos.

#### Características de las larvas (Figs. 1-9)

**Cabeza** (Figs. 1-2). Comprende las áreas parietal, genal, frontoclipeal, gular y labro. Frecuentemente son visibles externamente los puntos de inserción de los músculos (marcas musculares) y las líneas de ruptura de la cutícula larval (líneas ecdisiales). Los ojos están formados por ocelos larvales (*stemmata*) en número reducido. Las antenas son muy cortas, en la mayoría no se las diferencia de los pelos. Las piezas bucales incluyen las mandíbulas siempre bien desarrolladas y esclerotizadas, las maxilas con todas sus piezas reconocibles, y el labio con submentón y mentón reconocibles, palpo labial uni o biarticulado, a veces ausente. La seda es secretada a través de un orificio apical del labio (hilandería), que suele estar rodeado de papilas filamentosas.

**Tórax.** Pronoto siempre esclerotizado, consta de una placa subdividida por la línea ecdisial medio-dorsal (Fig. 1, 1d); mesonoto y metanoto varían en el grado de esclerotización, desde totalmente membranosos hasta formados por placas grandes que ocupan todo el dorso. El trocánter puede estar diferenciado, fusionado o no a la pleura (Fig. 3, 1n). Los 3 pares de patas pueden ser iguales o diferentes entre sí. Las patas anteriores son siempre algo más cortas que las siguientes. El trocánter usualmente está dividido en dos partes, a veces también el fémur de las patas medias y posteriores. Algunas especies tienen pelos nataforios en las patas posteriores, éstas son llevadas fuera del capullo y permiten la natación de la larva.

la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos

**Abdomen.** En la mayoría de las especies es totalmente membranoso, con aspecto de «hinchado» por las fuertes constricciones intersegmentales. El primer segmento abdominal de los Integripalpia tiene tres tubérculos: uno medio-dorsal y un par lateral (Fig. 4, 1d, 1l). Los siguientes pueden tener una hilera lateral de finos pelos (línea lateral, 1l). El último segmento lleva un par de pseudopatas anales que están formadas por tres partes, la parte basal alargada, la distal y la uña; las pseudopatas pueden ser de dos tipos básicos: alargadas y terminales (Fig. 9), 6 cortas y laterales (Fig. 5); las del primer tipo son utilizadas por la larva para desplazarse, mientras que las del segundo tipo sólo son útiles para engancharse del capullo, en este caso los segmentos basales de la pseudopata se han fusionado formando un falso décimo segmento.

**Construcciones larvales.** Las larvas elaboran redes o capullos de variados modelos de los cuales dependen para vivir, revelando además su modo de vida.

**Redes.** Las redes pueden ser de varios modelos: en dedo de guante, trompeta, tubos abiertos en ambos extremos, redes camufladas con desechos, dentro de troncos ahuecados, etc. Estas redes son utilizadas para filtrar pequeños organismos o partículas que constituyen su alimento. Con frecuencia las abandonan o son destruidas y construyen otras nuevas. Las redes tienen mallas de distintas aberturas según los géneros y especies que permitieran realizar capturas selectivas evitando la superposición de nichos.

**Capullos larvales.** Desde sus primeros días de vida la larva construye capullos transportables que lleva siempre a cuestas, éstos pueden ser contruidos sólo con seda (Figs. 19, 22) o con material de diverso origen, depositado en forma regular o irregular (Figs. 15-18, 21). Hay diverso grado de especificidad respecto del tipo de materiales que utilizan para construir el capullo, desde un muy alto grado (en ausencia del material preciso no construyen capullo) hasta la falta de especificidad (construyen el capullo con elementos diversos). A medida que la larva crece agrega material en uno de los extremos del capullo resultando de esta manera un estuche cilindro-cónico, ésta es la forma más común, pero los hay también de sección cuadrangular, imitando caracoles (Fig. 17), aplanados y cubiertos de hojas (Fig. 16), etc.

El capullo sirve como protección, camuflaje y para la respiración, ya que la larva, mediante movimientos ondulatorios crea una corriente de agua de efectos ventilatorios entre este y su cuerpo.

**Desarrollo postembrionario.** En general hay cinco estadios larvales. Los subórdenes Annulipalpia, Integripalpia y las tres familias del suborden Spicipalpia (Hydrobiosidae, Glossosomatidae e Hydroptilidae) tienen morfología, desarrollo larval, construcciones larvales y capullos pupales diferentes, los cuales se comparan en la figura 23.



**Suborden Annulipalpia.** Las larvas son muy móviles y activas, caminan con rapidez hacia adelante o hacia atrás, y para desplazarse también utilizan sus pseudopatas anales, las cuales son largas y terminales; construyen redes fijas al sustrato; cazan o filtran lo que atrapan con las redes; antes de empupar construyen un refugio de piedritas y dentro de éste un capullo de seda totalmente cerrado.

**Suborden Spicipalpia**

**Familia Hydrobiosidae.** Las larvas tienen pseudopatas anales largas, aparentemente sólo hilan seda sobre el sustrato y parecen ser exclusivamente depredadoras (no se conoce la biología de las especies sudamericanas). Antes de empupar construyen un capullo doble, semejante al de Annulipalpia (Fig. 13).

**Familia Glossosomatidae.** Larvas con pseudopatas anales de un tipo intermedio entre las de Annulipalpia y las de Integripalpia. Construyen capullos con forma de caparazón de tortuga, con dos orificios ventrales, por el anterior asoman la cabeza y las patas torácicas, por el posterior sacan las pseudopatas anales, también usadas para caminar. El tipo de construcción no permite el agrandamiento a medida que crece la larva, por lo que en cada estadio deben desechar el viejo capullo y construir uno nuevo más grande. Antes de empupar la larva corta y descarta la parte ventral de su capullo, y fija los bordes dorsales al sustrato; dentro de éste teje un capullo pupal de seda, totalmente cerrado, semejante a los anteriores.

**Familia Hydropitilidae.** Los primeros cuatro estadios larvales son minúsculos, tienen cuerpo alargado, patas semejantes, pseudopatas anales largas y son de vida libre (no construyen capullos), al pasar al quinto y último estadio larval, cambia la morfología: pueden tener los tres pares de patas torácicas diferentes, las pseudopatas anales son cortas, el abdomen se ensancha notablemente presentando fuertes constricciones intersegmentales, y construyen un capullo de seda el cual también usarán para empupar. De tal manera que en los primeros estadios tienen caracteres semejantes a los de las larvas de Annulipalpia y en el último a los de Integripalpia. Los capullos pueden ser cilíndricos o aplanados (Figs. 10-12).

**Suborden Integripalpia.** Las larvas construyen capullos con los cuales se desplazan y en el que más tarde empuparán. Las larvas tienen las siguientes adaptaciones para vivir dentro del capullo: abdomen cilíndrico, pseudopatas anales cortas y laterales que han perdido su función caminadora; con frecuencia tienen líneas laterales de pelos y tubérculos en el primer segmento abdominal.

**Características de las pupas (Fig. 24)**

Tienen aspecto más o menos semejante al adulto, con todos sus órganos formados o esbozados, también poseen algunos órganos propios y exclusivos de este estado. Cutícula transparente y no esclerotizada excepto las plaquetas dorsales y las mandíbulas que son grandes, alargadas con bordes cortantes o con dentículos en su cara

interna, utilizadas para cortar el capullo pupal; el labro lleva grupos de pelos rígidos a menudo terminados en gancho, cuya función es la de limpiar la abertura anterior del capullo; esbozos alares cortos (ea); patas con mesotarsos con doble hilera de pelos de función natatoria (pn); primer tergito abdominal con apófisis esclerotizada de forma variable, los otros tergitos llevan uno o dos pares de plaquetas esclerotizadas (pd) con espinas cortas y curvas, éstas permitirían el enganche en la seda del capullo posibilitando el movimiento de la pupa dentro de éste; branquias abdominales (br). La línea lateral raramente falta, generalmente tiene pelos más largos que los de la larva, los de cada lado se acercan ventralmente en el extremo posterior. El último segmento puede llevar dos prolongaciones, a menudo con pelos largos, cuya función sería limpiar la abertura posterior (ac).

La pupación siempre tiene lugar en un capullo.

El capullo pupal puede ser construido especialmente para tal fin, o puede ser utilizado el capullo larval remodelado y pegado al sustrato. La «remodelación» involucra el corte del extremo más angosto y el cierre de ambos extremos por medio de tapas perforadas que permiten la circulación de agua alrededor del cuerpo del animal.

Las pupas son móviles en el capullo, realizan movimientos abdominales ondulatorios de función ventilatoria y frecuentemente se desplazan hacia uno u otro extremo, aparentemente para limpiar las aberturas de las tapas de sus capullos de elementos que impiden el paso del agua. Instantes antes de producirse la emergencia, el adulto farado corta el capullo pupal con las mandíbulas; inmediatamente sale y nada hacia la superficie en busca de la película superficial o de un objeto del que pueda tomarse e impulsarse hacia arriba; cuando comienza a sacar el cuerpo al aire, éste se va secando y se hiende longitudinalmente, permitiendo exponer el cuerpo del adulto; la exuvia queda adherida al agua o al soporte. El tiempo que transcurre desde que abandona el capullo hasta que sale del agua puede ser brevísimo.

**Características de los adultos (Figs. 25-27)**

La cabeza y el tórax llevan tubérculos pilosos (tp) de forma y disposición diferentes. El número de ocelos difiere según los grupos: 0, 2 o 3 siendo los de 2 los más raros, y en algunas especies hay distinto número de ocelos según el sexo; pueden ser salientes o quedar ocultos por la pubescencia. La longitud de las antenas es variada; desde muy cortas hasta muy largas sobrepasando mucho la longitud del cuerpo, en reposo son mantenidas horizontalmente u oblicuamente hacia adelante. Las mandíbulas son vestigiales o nulas. Los palpos maxilares (pm) son siempre más grandes que los palpos labiales (pl) y puede diferir el número de artejos según los sexos. Los Annulipalpia tienen en el último segmento del palpo maxilar anillado.

Las patas son largas y delgadas, las tibias tienen espolones apicales (eta) y preapicales (etp), el número en cada pata se expresa en la "fórmula de los espolones tibiales" que puede ser 3-4-4 como máximo. La nerviación alar se detalla en la figura 25.

El abdomen es cilindro-cónico, ligeramente comprimido, con tergo y esterno poco esclerotizados y pleuras membranosas; pueden tener una espina media, aguzada o espatulada, en uno o dos esternos pregenitales (ee). Los genitales femeninos han sido muy poco usados en sistemática, si bien en algunos casos pueden aportar datos valiosos. El noveno segmento abdominal del macho es un anillo continuo que lleva el edeago y los parámeros. El filo es una estructura elaborada que difiere muchísimo de forma pero generalmente está dividido en una falobase y un edeago (Fig. 26). El décimo segmento, o segmento anal, generalmente es un cono frecuentemente fusionado al noveno. Los órganos genitales del macho son utilizados para la identificación específica, frecuentemente son de difícil interpretación pero la amplia variedad, extrema complejidad y las acentuadas diferencias de las piezas de distintas especies permite en la mayoría de los casos, el reconocimiento específico a través de esta única estructura, en forma rápida e indudable.

Los adultos se encuentran en las vecindades de los cuerpos de agua donde viven las larvas. La mayoría son crepusculares, de escasa actividad, limitándose a la búsqueda de lugares para desovar o de ejemplares del sexo opuesto. De día permanecen posados sobre plantas o piedras, confundiendo con el medio, ya que quedan quietos y disminuidos sobre el sustrato debido a su coloración poco llamativa. Los huevos son puestos en masas o cementados debajo del agua o por arriba, sobre las hojas, piedras, etc.

#### DISTRIBUCIÓN

Las larvas son dulceacuícolas. Hay pocas especies marinas o terrestres. En agua dulce, viven en todas las regiones del mundo tanto en aguas frías y corrientes como en las estancadas y más bien cálidas, aunque son más abundantes y diversificados en las primeras, y en los biotopos más diversos, en el fondo, entre las plantas, en sitios más bañados por la corriente, etc. en cada uno de estos representado por especies distintas ya que cada especie tiene una reducida tolerancia a cambios de las condiciones ambientales.

A lo largo de un río las especies de tricópteros se van reemplazando entera o parcialmente en tramos sucesivos, definiendo zonas biocenóticas distintas. En esta distribución tiene influencia entre otros factores: la velocidad de la corriente, ya que actúa sobre la distribución del alimento, la construcción del capullo, y ejerce un efecto directo sobre el fenómeno de la deriva. Las especies atenúan el efecto de la corriente a través de diversos mecanismos: usando capullos pesados, viviendo sus pupas enteradas en el sustrato o «atando» sus capullos al sustrato mediante un hilo de seda. Es

muy frecuente que los adultos desoven río arriba del lugar donde emergieron. La velocidad de la corriente y la temperatura, tienen un efecto directo sobre la concentración de oxígeno, siendo éste probablemente, uno de los limitantes más severos en la distribución de los tricópteros.

La mayoría de las especies tiene distribuciones geográficas más o menos restringidas o endémicas, pocas están ampliamente distribuidas.

Hay diferencias muy acentuadas entre los taxones del sudoeste de la Argentina y sur de Chile (dominio subantártico según Cabrera y Willink, 1980) y los taxones del resto del continente sudamericano (Tabla 1, columna SO); varias familias, presentes también en Australia, están ausentes en el resto de América del Sur: Philorheithridae, Tasimiidae, Kokiniidae, Helicophidae, Stenopsychidae; algunas familias de amplia distribución están representadas en el área por géneros endémicos: Hydrobiosidae (20 géneros), Limnephilidae (5 géneros), Hydroptilidae (*Celaenotrichia*, *Nothotrichia*), Glossosomatidae (*Mastigoptila*, *Scototrichia*, *Tolhuaca*), Leptoceridae (*Brachysetodes*, *Hudsonema*). En el resto de América del Sur, si bien se insinúan varios linajes, se está lejos de elaborar tendencias biogeográficas por el escaso conocimiento taxonómico y distribucional y las extensísimas áreas sin registros.

#### IMPORTANCIA DEL ORDEN

Es uno de los órdenes más importantes en las cadenas alimentarias de arroyos: desoves, larvas y adultos son parte de la dieta de peces de agua dulce, o intervienen en algunos de los pasos intermedios que culminan en ellos. Los adultos diurnos y los desoves no acuáticos son alimento de aves ribereñas, también son predados por ranas, murciélagos y otros animales nocturnos que merodean alrededor de las luces hacia las cuales vuelan los tricópteros.

Son potenciales indicadores de contaminación distintas especies toleran diferencialmente cambios de concentración de sustancias de desecho, sin embargo en nuestro país su utilización como indicadores todavía no es posible ya que se desconocen las larvas de la mayor parte de las especies y el ambiente óptimo para su desarrollo.

#### MÉTODO DEL METAMORFOTIPO

Antes de emerger, en el estuche cerrado se encuentran el adulto, recubierto por la cutícula pupal (adulto farado) y los escleritos larvales desprendidos al mudar, de tal manera se pueden asociar todos los estados de una misma especie sin posibilidades de error.

# CLAVES IDENTIFICATORIAS

Las claves proporcionadas en este trabajo permiten la identificación hasta nivel genérico de todas las larvas conocidas. Asimismo se incluyeron algunas claves para la determinación de adultos ya que de los 123 géneros citados para América del Sur aún restan por describirse las larvas de 39 de ellos; la identificación de alguna de estas larvas sólo sería posible mediante su cría y posterior identificación como adultos o adultos farados (método del metamorfotipo). La identificación específica deberá basarse en los machos adultos, empleando la bibliografía respectiva, se recomienda consultar el reciente Catálogo de Trichoptera Neotropical (Flint *et al.* 1999). La dificultad, para el que no es especialista, consiste en que no hay claves específicas para la mayoría de los taxones, por lo tanto se debe disponer de toda la bibliografía del género identificado, aun de especies muy lejanas al sitio de muestreo debido a la escasez de datos distribucionales. La información disponible sobre diversidad y distribución de taxones sudamericanos se resume en la Tabla 1.

## Clave para larvas de las familias presentes en América del Sur

- 1a- Parte anterior del tórax muy angosto y retráctil, capaz de invaginarse en la parte posterior que es más ancha y compleja, con pelos erectos dirigidos hacia adelante. (Fig.20) ..... **Atriplectididae** 2
- 1b- Sin este conjunto de características ..... 2
- 2a- Mesonoto y metanoto totalmente membranosos; patas anales largas, terminales, libres del noveno segmento, uñas largas (Fig.9); formas de vida libre o constructoras de redes (elaboran capullos poco antes de empupar) ..... 3
- 2b- Meso y metanoto con diverso grado de esclerotización (placa grande o pequeños escleritos) ..... 6
- 3a- Patas anteriores queladas (tibia, tarso y uña cierran en pinza sobre una proyección baso-distal del fémur) (Fig. 23, Hydrobiosidae); noveno tergito abdominal con un placa esclerotizada; larvas de vida libre ..... **Hydrobiosidae**
- 3b- Patas anteriores normales (no queladas); noveno tergito abdominal membranoso; larvas constructoras de redes ..... 4
- 4a- Labro membranoso, ensanchado en el extremo (con forma de T) ..... **Philopotamidae**
- 4b- Labro redondeado en el extremo ..... 5
- 5a- Trocántin protorácico separado del episterno por una sutura; con proceso que surge de la mesopleura; tibia y tarso de todas las patas fusionados; el labio sobrepasa el margen anterior de la cabeza ..... **Xiphocentronidae**
- 5b- Trocántin fusionado al episterno (Fig.2, tn) ..... **Polycentropodidae**

## Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos

- 6a- Mesonoto con 2 ó 3 pequeños escleritos ..... **Glossosomatidae**
- 6b- Mesonoto con una placa dorsal que cubre gran parte del tergo ..... 7
- 7a- Metanoto con una placa dorsal que cubre gran parte del tergo (los 3 segmentos torácicos esclerotizados) ..... 8
- 7b- Metanoto con grado variado de esclerotización (pero no con una placa grande); patas anales cortas, laterales, sus bases fusionadas al noveno segmento y apartando un décimo segmento abdominal; larvas constructoras de capullos transportables ..... 10
- 8a- Formas minúsculas, de menos de 5 mm; los primeros 4 estadios larvales de vida libre, en el quinto la mayoría de las larvas construyen capullos de seda; a menudo abdomen más ancho que el tórax (Fig.23); sin branquias, sólo papilas anales ..... **Hydroptilidae**
- 8b- Sin este conjunto de características; patas anales largas, distales, libres del noveno segmento; larvas constructoras de redes ..... 9
- 9a- Sin branquias ..... **Ecnomidae**
- 9b- Con branquias (Fig.8) ..... **Hydropsychidae**
- 10a- Patas medias con tibia y tarso fusionados, patas anteriores y medias semiraptoras ..... **Phlorhelthridae**
- 10b- Tibia y tarso no fusionados ..... 11
- 11a- Prosterno con cuerno (Fig.4, cp) ..... **Limnephilidae**
- 11b- Prosterno sin cuerno ..... 12
- 12a- Uña accesoria de la pata anal transformada en un peine (Fig.7, da) ..... 13
- 12b- Uña accesoria normal ..... 14
- 13a- Larvas en capullos con forma de caracol (Fig.17); pronoto redondeado látero-anteriormente ..... **Helicopsychidae**
- 13b- Larvas constructoras de capullos tubulares; pronoto prolongado látero-anteriormente ..... **Anomalopsychidae**
- 14a- Patas anteriores y medias raptoras ..... **Kokiriidae**
- 14b- Patas no raptoras ..... 15
- 15a- Labro con hilera transversal de más de 14 pelos; pronoto prolongado látero-anteriormente; trocántin con el ápice en gancho ..... **Calamoceratidae**
- 15b- Labro con hilera transversal de menos de 14 pelos, con frecuencia alrededor de 6 ..... 16
- 16a- Antenas relativamente largas (Figs.2,14 an); patas posteriores largas (Fig.23, Integripalpia), de inserción anterior (coxa de la pata posterior y surco pleural metatorácico casi paralelos al eje del cuerpo), metasterno casi siempre con hilera de pelos ..... **Leptoceridae**
- 16b- Sin ese conjunto de características ..... 17



- 17a- Mesonoto esclerotizado anteriormente; parte posterior casi totalmente membranoso; metanoto con un par de escleritos ..... *Helicophidae* 18  
 17b- Mesonoto totalmente esclerotizado .....  
 18a- Pronoto prolongado antero-lateralmente; hilera lateral de pelos del tercero al octavo segmento; con hilera de pelos dorso-posteriores en los segmentos sexto, séptimo y octavo ..... *Tassimidæ*  
 18b- Sin esta combinación de caracteres ..... 19  
 19a- Trocántin anterior pequeño; ápice no en gancho; línea lateral presente o ausente ..... *Odontoceridae*  
 19b- Trocántin anterior grande, ápice en gancho, sin línea lateral ..... 20  
 20a- Noveno tergito no esclerotizado ..... *Sericostomatidae*  
 20b- Noveno tergito esclerotizado ..... *Leptoceridae*

#### SUBORDEN ANNULIPALPIA

Adultos con el último artículo del palpo maxilar largo y anillado. Larvas constructoras de redes fijas, con cabeza alargada, prognata. Familias sudamericanas: Philopotamidae, Ecnomidae, Xiphocentronidae, Polycentropodidae, Hydropsychidae y Stenopsychidae.

#### Familia Philopotamidae

Las larvas son alargadas, algo arqueadas, de cuerpo blando, únicamente la cabeza y el pronoto están esclerotizados; son filtradoras, se caracterizan por su labro membranoso, ensanchado en el extremo, con forma de T, que usan a modo de cepillo para «barrear» el alimento retenido en las redes, constituido por finas partículas en suspensión. Tejen redes tubulares cerradas por un extremo con forma de dedo de guante; en arroyos claros y rápidos.

Los adultos tienen ocelos, antenas robustas de segmentos cortos, palpos maxilares con el cuarto artículo más corto que el tercero y el terminal largo y flexible. Mesoscuto sin tubérculos pilosos, mesoescutelo con un par de ellos.

Bibliografía: Flint 1998 [revisión *Curgis*]; Blahnik 1997 [revisión *Chimarra*]; Blahnik and Holzenthal 1992 [revisión *Chimarradella*]; Wiggins 1978.

#### Clave para larvas

- 1a- Margen anterior del frontoclípeo con incisión conspicua, a menudo asimétrica; coxa de las patas anteriores con proceso largo y delgado, cerca del extremo distal, que lleva un pelo ..... *Chimarra*  
 1b- Margen anterior del frontoclípeo sin incisión conspicua, aunque puede haber cierta asimetría; coxa de la pata anterior sin proceso delgado ..... 2

#### Clave para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos

- 2a- Trocántin anterior proyectándose libre hacia adelante, formando un proceso largo y delgado ..... *Dolophilodes*  
 2b- Trocántin anterior proyectándose libre por una corta distancia, formando un proceso muy corto ..... *Wormaldia*

#### Clave para adultos

- 1a- M de las alas anteriores con 3 ramas ..... 2  
 1b- M de las alas anteriores con 4 ramas ..... 3  
 2a- Tibias anteriores con 1 pequeño espolón apical ..... *Chimarra*  
 2b- Tibias anteriores con 2 espolones apicales conspicuos, uno casi el doble de la longitud del otro ..... *Chimarradella*  
 3a- Alas posteriores con la 2A- atrofiada después de la vena transversa .....  
 3b- Alas posteriores con la 2A- extendiéndose después de la vena transversa, en general alcanza el margen del ala ..... *Wormaldia*  
 ..... *Dolophilodes*

#### Familia Hydropsychidae

Las larvas tienen los tres tergos torácicos esclerotizados, branquias abdominales y torácicas, cabeza más o menos aplanada dorsalmente, cuerpo frecuentemente arqueado en forma de 'C', algunos pelos del abdomen muy ensanchados, escamosos. En el esterno de los segmentos octavo y noveno hay un par de áreas esclerotizadas con pelos cortos y densos.

Los adultos son diversificados en forma, carecen de ocelos y tubérculos pilosos en el mesoscuto.

Es una de las familias dominantes en aguas corrientes, tanto por su número como por su diversidad. Construyen redes y refugios fijos de variados tipos.

Bibliografía: Flint, 1979 [revisión *Smicridea* de la Subregión Chilena]; Flint *et al.*, 1987 [revisión *Leptonema*]; Flint & Bueno, 1982 [*Macronema* y *Macrostemum*]; Flint & Wallace, 1980 [*Blepharopus diaphanus*, larva]; Flint, 1983 [*Plectromacronema*]; Wiggins, 1978.

#### Clave para larvas

- 1a- Branquias abdominales con un tallo central grueso y largo, los filamentos laterales salen uniformes a lo largo de éste ..... 2  
 1b- Branquias abdominales con un tallo central con pocos filamentos que no salen uniformes; cabeza casi cuadrada en vista frontal ..... *Smicridea*  
 2a- Cabeza y segmentos del tórax largos y delgados (Figs. 8, 9) ..... *Synoesropsis*  
 2b- Cabeza y tórax cortos ..... 3

- 3a- Con una banda longitudinal lateral de pelos, a lo largo de los segmentos abdominales 4-7, curvándose hacia el vientre, en el octavo segmento abdominal, hasta tocarse las de ambos lados, y un par adicional de bandas transversales de pelos en el dorso de los segmentos 4-5 ..... *Plectromacronema*
- 3b- Sin tales hileras de pelos ..... 4
- 4a- Con una carena a los costados de la cabeza ..... 5
- 4b- Sin una carena a los costados de la cabeza ..... 6
- 5a- La carena cruza la línea ecdisial en la sutura frontoclypeal ..... *Macrostemum*
- 5b- La carena cruza la línea ecdisial en la sutura coronal ..... *Blepharopus*
- 6a- Patas anales muy largas, dobladas en ángulo en la mitad de su longitud ..... *Macronema*
- 6b- Patas anales normales (no excesivamente largas ni dobladas en ángulo) ..... *Leptonema*

Clave para adultos

- 1a- Antenas en general más cortas que las alas anteriores; tamaño pequeño; alas anteriores raramente excediendo los 5 mm ..... *Smicridea*
- 1b- Antenas más largas que las alas anteriores; alas anteriores de más de 7 mm ..... 2
- 2a- Palpos ausentes ..... *Synoestropsis*
- 2b- Palpos presentes ..... 3
- 3a- Tibias de las patas posteriores con 3 espolones; ápice de las alas anteriores emarginadas ..... *Plectromacronema*
- 3b- Tibias de las patas posteriores con 4 espolones; ápice de las alas anteriores redondeadas ..... 4
- 4a- Cabeza con carena medio-dorsal longitudinal (reducida a una corta carena posterior en la hembra) ..... *Blepharopus*
- 4b- Cabeza sin carena longitudinal ..... 5
- 5a- Palpo maxilar con el segundo segmento 1,5 a 2 veces más largo que el tercer segmento ..... *Leptonema*
- 5b- Palpo maxilar con el segundo segmento igual o más corto que el tercero ..... 6
- 6a- Cara externa del extremo distal de la tibia anterior alargada en un proceso puntiagudo que sobrepasa el segmento basal del tarso ..... *Centromacronema*
- 6b- Ápice de la tibia anterior sin proceso ..... 7
- 7a- Alas anteriores sin vena transversa entre  $R_{2+3}$  y  $R_4$ ; alas anteriores de color claro, con anastomosis irregulares cruzadas por líneas oscuras; una gran mancha en el pterostigma ..... *Pseudomacronema*
- 7b- Alas anteriores con una vena transversa entre  $R_{2+3}$  y  $R_4$  o, si falta, color bien definido, de patrón amarillento y castaño ..... 8
- 8a- Sin espolones tibiales en las patas anteriores; alas anteriores con Sc terminando en la C ..... *Macronema*

Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos

- 8b- Tibias de las patas anteriores con 1 ó 2 pequeños espolones apicales. Sc de las alas anteriores unidas a  $R_1$  en el ápice o terminando en una horquilla cuya rama ventral está unida a  $R_1$  ..... *Macrostemum*

Familia Ecnomidae

Las larvas tienen cabeza alargada con carena a los lados; los tres segmentos torácicos esclerotizados, trocánter largo y uñas de las pseudopatas anales con dientes en el margen cóncavo.

Adultos sin ocelos y con tubérculos pilosos redondeados en mesoescudo y mesoescutelo.

Único género en América del Sur: *Austronodes*.

Bibliografía: Flint, 1973 [revisión, larva].

Familia Polycentropodidae

Larvas con cabeza más o menos alargada, pronoto esclerotizado y con constricción antes del extremo posterior, o esta parte más angostada que la anterior; cuerpo en forma de 'coma' y sin branquias.

Adultos sin ocelos y mesoescudo con un par de lóbulos pilosos. *Polycentropus joergenseni* es muy común en todos los ríos o arroyos relativamente lentos, claros, o en los rápidos entre la vegetación de las orillas o remansos, desde el C y NO de la Argentina hasta Colombia y Venezuela.

Bibliografía: Hudson *et al.*, 1981 [larva *Cernotina*]; Wiggins, 1978 [larvas]; Valverde, 1996 [larva *P. joergenseni*].

Clave para larvas

- 1a- Uña de la pata anal con espinas en el margen cóncavo ventral ..... 2
- 1b- Uña de la pata anal sin espinas en el margen cóncavo ventral ..... 3
- 2a- Uña de la pata anal sin diente accesorio; espinas del margen cóncavo ventral tan largas como el gancho apical (Fig. 23, Annulipalpia) ..... *Polyplectropus*
- 2b- Uña de la pata anal con diente accesorio; espinas del margen cóncavo ventral cortas ..... *Nycitophylax*
- 3a- Placa dorsal de la pata anal (entre la uña y el esclerito anal) con 2 bandas oscuras contiguas en la línea media (con forma de X) ..... 4
- 3b- Bandas de la placa dorsal no contiguas en la línea media ..... *Cynallus*
- 4a- Tarso de la pata anterior ancho y de la mitad del largo de la tibia ..... *Polycentropus*
- 4b- Tarso de la pata anterior angosto y al menos 2/3 del largo de la tibia ..... *Cernotina*

# Familia Xiphocentronidae

Larvas con pronoto esclerotizado, trocánter separado del episterno por una sutura, con un lóbulo arqueado en la mesopleura; "hilandería" muy alargada.

Los adultos carecen de ocelos, el número de espolones tibiales es 2-4-4 y 2-4-3; la hembra tiene un largo oviclapto, y el segmento genital del macho está reducido y lleva elásteres alargados.

Bibliografía: Schmid, 1982 [revisión familia]; Wiggins, 1978 [larvas].

## Clave para adultos

- 1a- Apéndices genitales extremadamente largos y delgados, segundo segmento de los apéndices inferiores con engrosamientos basales con pelos y espinas. .... *Machairocetron*
- 1b- Sin ese conjunto de características. .... 2
- 2a- Genitalia del macho con el segmento basal del apéndice prolongado en un lóbulo que se extiende posteriormente debajo del segmento apical. .... *Cnodocetron*
- 2b- Segmento basal del apéndice no prolongado, márgenes ventral y dorsal de ambos segmentos confluentes. .... *Xiphocetron*

# Familia Stenopsychidae

Familia con 3 géneros: *Stenopsyche*, de la región oriental, *Stenopsychodes* de Australia y *Pseudostenopsyche* de Chile. Adultos con ocelos, quinto segmento del palpo maxilar más largo que los demás sumados.

No se conocen las larvas del género americano *Pseudostenopsyche*, pero han sido descritas las de *Stenopsyche*; éstas tienen cabeza muy alargada, labro redondeado, únicamente el pronoto está esclerotizado y carecen de branquias.

## SUBORDENSPICIPALPIA

# Familia Hydrobiosidae

Familia constituida por 21 géneros sudamericanos, de los cuales *Cailloma* se distribuye por la cordillera desde Chile hasta Ecuador, y *Atopsyche* en toda América, pero está ausente en Chile; los otros 19 géneros son endémicos del SO de la Argentina y C-S de Chile. Las larvas de todas las especies descritas tienen las patas anteriores

# Clave para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos

queladas y las pseudopatas anales largas. Se desconocen la mayoría de los estados inmaduros de la familia, así como tampoco se han dado a conocer aspectos biológicos de los taxones sudamericanos. Los adultos tienen 3 ocelos, palpos maxilares de 5 segmentos, patas delgadas con número de espolones tibiales 3-4-4. Alas con venación completa y primitiva. Sólo han sido descritas las larvas de los géneros: *Atopsyche*, *Cailloma* (Flint, 1974), *Neatopsyche*, *Apatanodes* (como *Australochorema*), *Neopsilochorema* (Angusano, 1997, 1998a), *Rheochorema* y *Schajovskaya* (Flint, 1969b, 1979).

Bibliografía: Schmid, 1989 [revisión mundial de la familia].

## Clave para adultos

- 1a-  $M_1$  del ala anterior fusionada a  $R_2$ ; longitud del ala anterior 15.0-17.5 mm; ala posterior de los machos con venas  $Sc$  y  $R_1$  modificadas y con abultamiento basal. .... *Pomphochorema*
- 1b-  $M_1$  no fusionada a  $R_2$ ; sin abultamiento basal en ala posterior. .... 2
- 2a-  $R_1$  del ala anterior surge aparentemente de  $R_2$  y no de  $R_{2+3}$ ; nervaduras espesadas en la mitad basal del ala; longitud del ala anterior 7.5-12.0 mm. .... *Neatopsyche*
- 2b-  $R_1$  diverge de  $R_{2+3}$ . .... 3
- 3a-  $R_{2+3}$  del ala anterior bifurcándose más cerca del margen del ala que de  $r$  ó  $s$  (anastomosis) (horquilla I con largo pedicelo). .... 4
- 3b-  $R_{2+3}$  del ala anterior bifurcándose en  $r$  ó  $s$  en la anastomosis (horquilla I con pedicelo corto o sin pedicelo). .... 15
- 4a- Ala anterior con  $R_{2+3}$  bifurcándose cerca del margen del ala, después de  $R_{2+3}$  (horquilla II con pedicelo largo); longitud del ala anterior: 6.5-7 mm; ala posterior sin horquilla II ( $R_{2+3}$  no se separan). .... *Metachorema*
- 4b- Ala anterior con  $R_{2+3}$  bifurcándose cerca de la anastomosis, antes de la bifurcación de  $R_{2+3}$ . .... 5
- 5a-  $R_1$  simple; número de espolones tibiales: 1-4-4 (machos) y 2-4-4 (hembras); horquilla II con pedicelo muy corto. .... *Pseudoradema*
- 5b-  $R_1$  dividida. .... 6
- 6a- Alas anteriores con vena transversa  $c-sc$ . .... 7
- 6b- Alas anteriores sin vena transversa  $c-sc$ . .... 9
- 7a- Segmentos abdominales sin espinas ni procesos estemales medio-posteriores; ala anterior con nervaduras basales espesadas y ligeramente onduladas. .... *Isochorema*
- 7b- Segmentos abdominales quinto, sexto y/o séptimo con espinas estemales medio-posteriores. .... 8
- 8a- Con espinas medio-ventrales posteriores, en los estemitos sexto y séptimo de los machos, y en el quinto y sexto de las hembras, (la espina del primer segmento siempre más grande que la del siguiente);  $R_{2+3}$  del ala posterior de la mitad de la

8b-	longitud de $R_{2+3}$ ..... <i>Apatanodes</i>	
	Con espinas medio-ventrales posteriores en el estemito sexto de la hembra y en el séptimo del macho; $R_{2+3}$ y $R_{3+4}$ del ala posterior de igual longitud ..... <i>Neopsilachorema</i>	
9a-	Alas posteriores con $R_{2+3}$ dividida (horquilla II presente) ..... 10	
9b-	$R_{2+3}$ del ala posterior no dividida (horquilla II ausente); celda discoidal del ala anterior angosta y cerrada ..... <i>Atopsyche</i>	
10a-	$R_s$ del ala anterior se bifurca (en $R_{2+3}$ y $R_{3+4}$ ) antes de la anastomosis; celda discoidal angosta y abierta; número de espolones tibiales: 1-4-4 (machos) y 2-4-4 (hembras) ..... <i>Amphichorema</i>	
10b-	$R_s$ del ala anterior se bifurca (en $R_{2+3}$ y $R_{3+4}$ ) en la anastomosis, o, si antes, muy cerca de ésta; número de espolones tibiales en machos y hembras: 2-4-4 ..... 11	
11a-	Quinto, sexto y/o séptimo estemitos con espina medial en el borde posterior ..... 12	
11b-	Estemitos sin espinas ..... <i>Cailloma</i>	
12a-	Celda discoidal larga (3 veces su ancho) y cerrada (machos) ..... <i>Stenochorema</i>	
12b-	Celda discoidal corta y abierta ..... 13	
13a-	Borde costal rebatido hacia atrás ..... 14	
13b-	Borde costal no rebatido ..... <i>Parachorema</i>	
14a-	$R$ , $R_s$ , $M$ y $Cu$ de las alas anteriores con doble hilera de pelos ..... <i>Stenochorema</i>	
14b-	Sin tales hileras de pelos ..... <i>Parachorema</i>	
15a-	Alas anteriores con $R_1$ simple; sin espinas estemales ..... <i>Heterochorema</i>	
15b-	Alas anteriores con $R_1$ dividida ..... 16	
16a-	Sin espinas en los estemitos abdominales ..... 17	
16b-	Con espinas en algunos estemitos abdominales ..... 19	
17a-	Celda discoidal abierta; celda tiridial muy angosta en los machos ..... <i>Iguazu</i>	
17b-	Celda discoidal cerrada ..... 18	
18a-	Celda tiridial extremadamente angosta en los machos ..... <i>Rheochorema</i>	
18b-	Celda tiridial normal, hembras desconocidas ..... <i>Androchorema</i>	
19a-	Dos de los segmentos abdominales (quinto, sexto o séptimo) con espinas estemales ..... 20	
19b-	Uno de los segmentos abdominales (quinto, sexto o séptimo) con espina esternal ..... 21	
20a-	Número de espolones tibiales: 0-4-4; celda discoidal del ala anterior corta y abierta ..... <i>Schajovskaya</i>	

20b-	Número de espolones tibiales: 2-4-4; celda discoidal del ala anterior larga y cerrada ..... <i>Neochorema</i>	
21a-	Horquilla II del ala posterior con pedicelo de igual longitud que sus ramas; longitud del ala anterior: 5-5,8 mm ..... <i>Microchorema</i>	
21b-	Horquilla II del ala posterior con pedicelo más corto que sus ramas; longitud del ala anterior 6-7,5 mm ..... 22	
22a-	Horquilla I del ala posterior se bifurca cerca de la vena transversal $r_1-r_2$ , celda tiridial corta y ancha; vena transversa m-cu arqueada ..... <i>Australobiosis</i>	
22b-	Horquilla I del ala posterior se bifurca más cerca del margen del ala que de la transversa $r_1-r_2$ ..... <i>Clavichorema</i>	

# Familia Glossosomatidae

Larvas anchas, con pronoto esclerotizado, en vista dorsal pronoto prolongado o más ancho en su parte media; meso y metanoto membranosos o con pequeños escleritos; patas aproximadamente de igual tamaño.

Los adultos son de tamaño pequeño, tienen antenas peludas y normalmente más cortas que las alas, ocelos presentes, palpo maxilar de 5 segmentos; sin espolones apicales en la tibia anterior; alas redondeadas o elípticas en el ápice, ala anterior usualmente de menos de 3 mm de largo. Genitales del macho a menudo muy complicados; los segmentos sexto y séptimo del macho y más raramente los de la hembra tienen proyecciones en el estemito.

Han sido descritas las larvas de las siguientes especies argentinas: *Itauara brasiliensis* (Angrisan, 1993, como *Antoptila*); *Mastigoptila longicornuta* (Valverde, 1998).

## Clave para larvas

1a-	Uña de la pata anal con 2 pares de dientes accesorios ..... 2	
1b-	Uña de la pata anal con 3 pares de dientes accesorios ..... 3	
2a-	Tibia I con 2 pelos plumosos ..... <i>Mastigoptila</i>	
2b-	Tibia I con 3 pelos plumosos; capullo larval con aberturas anterior y posterior proyectándose ventralmente ..... <i>Mortoniella</i>	
3a-	Con pelo basal de la uña ancho ..... <i>Itauara</i>	
3b-	Con pelo basal delgado ..... 4	
4a-	El pelo basal sale de la base de la excrecencia cuticular (Fig. 6); noveno tergito cóncavo en el ápice ..... <i>Mexilichla</i>	
4b-	El pelo basal sale de la parte posterior de la excrecencia cuticular; noveno tergito convexo en el ápice ..... <i>Protopylla</i>	

## Clave para adultos

1a-	Alas, en especial las posteriores, reducidas en tamaño y venación ..... <i>Merlonopylla</i>	
-----	---	--



1b-	Alas no reducidas .....	2
2a-	M de las alas anteriores con 2 ramas .....	3
2b-	M de las alas anteriores con 3 o 4 ramas .....	5
3a-	Cu <sub>1</sub> de las alas posteriores ramificada en el ápice .....	<i>Martoniella</i>
3b-	Cu <sub>1</sub> de las alas posteriores no ramificada .....	4
4a-	Ramificación de la M en las alas anteriores casi al mismo nivel que la ramificación de R <sub>4+5</sub> .....	<i>Scoiotrichia</i>
4b-	M ramificándose más cerca del margen del ala que de R <sub>4+5</sub> .....	<i>Mexitrichia</i>
5a-	M con 3 ramas .....	6
5b-	M con 4 ramas .....	<i>Tolhuaca</i>
6a-	R <sub>4+5</sub> del ala anterior ramificándose más cerca del margen del ala que de R <sub>2+3</sub> .....	<i>Canoptila</i>
6b-	R <sub>4+5</sub> y R <sub>2+3</sub> ramificándose casi al mismo nivel .....	7
7a-	R <sub>2+3</sub> y R <sub>4+5</sub> ramificándose poco después de la anastomosis .....	<i>Itanara</i>
7b-	R <sub>2+3</sub> y R <sub>4+5</sub> ramificándose en la anastomosis .....	8
8a-	En las alas posteriores R con 4 ramas, M con 3 ramas y Cu <sub>1</sub> con horquilla apical .....	<i>Mastigoptila</i>
8b-	En las alas posteriores R y M con menos ramificaciones que en el caso anterior, Cu sin horquilla apical .....	<i>Protaptila</i>

#### Familia Hydroptilidae

De tamaño muy pequeño y desarrollo hipermetamórfico (estadios larvales con distinta morfología). Larvas fitófagas, la mayoría absorben el contenido de filamentos algales; las larvas de algunos géneros construyen capullos característicos: *Oxyethira* (Fig. 23), *Neotrichia* (Fig. 10), *Ochrotrichia* (Fig. 11), *Flintella andrea* (Fig. 12).

Los adultos miden de 1,5 a 5,0 mm, están densamente cubiertos de pelos. Pueden tener 3, 2 o ningún ocelo. El mesoescutelo es triangular con los bordes posteriores verticales, metaescutelo triangular, pentagonal, o rectangular. Tienen alas largas, estrechas, con largos pelos en los bordes y nerviación reducida.

Según el criterio de Marshall (1979), la familia está formada por 2 subfamilias: Pulocolepinae e Hydroptilinae, la primera de distribución Holártica, la segunda cosmopolita; en esta última se distinguen 6 tribus, todas con representantes en América del Sur.

Bibliografía: Marshall, 1979 [revisión familia; claves]; Kelley, 1984 [revisión *Oxyethira*].

#### Clave para la identificación de larvas de quinto estadio

1a-	Abdomen con proyecciones dorsales y ventrales .....	<i>Ithytrichia</i>
1b-	Abdomen sin tales proyecciones .....	2
2a-	Meso y metanoto sin líneas ecdisiales .....	<i>Leucoirichini</i>
2b-	Meso y metanoto con líneas ecdisiales .....	10

#### Clave para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos

3a-	Primeros segmentos abdominales angostos, los últimos abruptamente ensanchados .....	7
3b-	Segmentos abdominales no abruptamente ensanchados .....	4
4a-	Cuerpo deprimido .....	5
4b-	Cuerpo no deprimido .....	6
5a-	Pleura protorácica con esclerito .....	<i>Alisotrichia</i>
5b-	Sin esclerito separado en la propleura .....	<i>Cerasmatrachia</i>
6a-	Con fuertes espinas en los ángulos ántero-laterales del pronoto .....	<i>Byrsoteryx</i>
6b-	Sin tales espinas y con un proceso agudo en la base de cada uña tarsal .....	<i>Celaenotrichia</i>
7a-	Ángulo ántero-lateral del pronoto prolongado anteriormente; fémures con pelos arborescentes .....	<i>Anchitrichia</i>
7b-	Ángulos ántero-laterales del pronoto no prolongados .....	8
8a-	Noveno tergito sin pelos cortos y rígidos; si están presentes forman una banda transversal .....	<i>Leucoirichia</i>
8b-	Noveno tergito con fuertes pelos .....	9
9a-	Sin papilas en la cabeza .....	<i>Zumatrachia</i>
9b-	Con papilas en la cabeza .....	<i>Abtrichia</i>
10a-	Longitud de las patas medias y posteriores más del doble de las anteriores .....	11
10b-	Longitud de las patas medias y posteriores menos del doble de las anteriores .....	12
11a-	Longitud de las patas medias y posteriores más de 4 veces la longitud de las anteriores .....	<i>Trichaleiochiton</i>
11b-	Longitud de las patas medias y posteriores menos de 4 veces la longitud de las anteriores .....	<i>Oxyethira</i>
12a-	Labro asimétrico, con proyección medial; tarsos con espina distal ancha y plana; patas anales cortas; capullo de seda comprimido, con carenas longitudinales .....	<i>Orthotrichia</i>
12b-	Labro simétrico .....	13
13a-	Cabeza cónica (más angosta anteriormente) .....	14
13b-	Cabeza redondeada .....	15
14a-	Abdomen ligeramente deprimido, con surcos intersegmentales muy evidentes, capullo de seda con granitos de arena (Fig. 10) .....	<i>Neotrichia</i>
14b-	Abdomen no deprimido, surcos intersegmentales poco evidentes, capullo de seda solamente con surcos esculpidos .....	<i>Mayatrachia</i>
15a-	Con filamentos caudales, con anillos dorsales en el abdomen (áreas de intercambio iónico), capullo comprimido, de seda solamente o cubierto con granos de arena o algas filamentosas .....	<i>Hydropila</i>
15b-	Sin filamentos caudales .....	16
16a-	Abdomen con tergitos y anillos dorsales .....	<i>Metrichia + Ochrotrichia</i>
16b-	Abdomen sin tergitos .....	17

- 17a- Todas las patas cortas y similares..... *Rhyacopsyche*  
 17b- Primer par de patas corto, segundo y tercer par largos ..... *Flintiella*

#### Clave para adultos

- 1a- Mesoescutelo sin sutura transversa..... 2  
 1b- Mesoescutelo con sutura transversa ..... 10  
 2a- Sin ocelos ..... 3  
 2b- Con ocelos ..... 5  
 3a- Número de espolones tibiales: 0-3-4 ..... 4  
 3b- Metaescutelo triangular o pentagonal; genitales del macho simétricos; número de espolones tibiales: 0-2-4; con lóbulos occipitales modificados como órganos odoríferos (capuchones cefálicos); noveno segmento abdominal a menudo con apodemas ..... *Hydroptila*  
 4a- Metaescutelo rectangular; genitales del macho asimétricos ..... *Orthotrichia*  
 4b- Genitales simétricos ..... *Taraxitrichia*  
 5a- Tibia media sin espolones preapicales (0-2-3, o 0-2-4) ..... 6  
 5b- Tibia media con espolones preapicales (0-3-4, o 1-3-4) ..... 7  
 6a- Número de espolones tibiales 0-2-3 ..... *Neotrichia*  
 6b- Número de espolones tibiales 0-2-4 ..... *Mayatrichia*  
 7a- Número de espolones tibiales 1-3-4 ..... *Nothotrichia*  
 7b- Número de espolones tibiales 0-3-4 ..... 8  
 8a- Octavo segmento abdominal con tergo y esterno fusionados; en la mayoría, noveno segmento dentro del octavo, con dorso muy reducido ..... *Oxyethira*  
 8b- Octavo segmento del macho con tergo y esterno separados ..... 9  
 9a- Noveno segmento del macho prolongado pósterio-ventralmente (oblicuamente truncado en vista lateral); apéndices genitales ocultos en el noveno ..... *Tricholeiochiton*  
 9b- Sin ese conjunto de características ..... *Ithytrichia*  
 10a- Metaescutelo subrectangular a pentagonal corto y ancho ..... 11  
 10b- Metaescutelo triangular o pentagonal largo ..... 13  
 11a- Sin ocelos. Número de espolones tibiales 0-2-3 ..... *Flintiella*  
 11b- Con 3 ocelos ..... 12  
 12a- Número de espolones tibiales 0-2-4 ..... *Bredinia*  
 12b- Número de espolones tibiales 1-3-4 ..... *Celaenotrichia*  
 13a- Noveno segmento del macho cerrado ventralmente y abierto dorsalmente o cerrado por lóbulos; edeago sin lazo ni complejo mediano; cláspes usualmente conspicuos, anchos o largos; octavo segmento sin modificaciones; cabeza y antena sin modificaciones ..... 14  
 13b- Noveno segmento del macho cerrado dorsalmente y abierto ventralmente; en la mayoría edeago con lazo y ventana (Fig. 26), cláspes reducidos; cabeza y/o antenas con frecuencia modificados ..... 17

#### Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos

- 14a- Número de espolones tibiales 0-3-4. Edeago simple; décimo tergito complejo ..... *Ochotrichia*  
 14b- Número de espolones tibiales 1-3-4 ..... 15  
 15a- Edeago simple; cláspes largos y delgados ..... 16  
 15b- Edeago complejo, con ganchos y espinas; cláspes cortos y anchos ..... *Metrichia*  
 16a- Noveno segmento esclerotizado dorsalmente ..... *Rhyacopsyche*  
 16b- Noveno segmento sin esclerotización dorsal ..... *Paratrichia*  
 17a- Edeago complejo, con constricción media, la parte distal con lazo y ventana (Fig. 26) ..... *Leucotrichia*  
 (incluye los géneros mal definidos: *Anchitrichia*, *Abtrichia*, *Zumatrichia*, *Ascotrichia*, *Ceratotrichia*, *Betrichia*, *Acostatrichia*, *Leucotrichia*, *Costatrichia*)  
 17b- Edeago simple, sólo con una constricción media (sin lazo ni ventana) ..... 18  
 18a- Con 2 ocelos ..... *Alisotrichia*  
 18b- Con 3 ocelos ..... 19  
 19a- Número de espolones tibiales 1-3-4, metaescutelo con borde anterior redondeado ..... *Cerasmatrixia*  
 19b- Número de espolones tibiales 0-3-4, sin procesos en el séptimo esternito, metaescutelo con el borde anterior agudo ..... *Byrsoteryx*

#### SUBORDEN INTEGRIPALPIA

Larvas constructoras de capullos transportables; principalmente herbívoras o detritívoras; pueden tener branquias en el abdomen.

#### Familia Limnephilidae

Es una familia típicamente cordillerana, con varios géneros ricos en especies, entre ellos *Verger* es el más diversificado, sólo 2 especies se conocen fuera del área cordillerana: *V. bruchina* y una especie de Sierra de la Ventana. Las larvas se reconocen por una prolongación fuertemente arqueada en el esterno del protórax denominada «cuerno prosternal». Adultos de tamaño mediano a grande, con ocelos y 3 artículos en el palpo maxilar de los machos y 5 en hembras.

Bibliografía: Schmid, 1955 [revisión familia]; Flint, 1982 [larvas]; Angrisano, 1983, 1986 [larvas de *Verger*].

#### Clave para larvas (basada sobre Flint, 1982)

- 1a- Dorso del primer segmento abdominal con 4 escleritos; cabeza y nota torácicos llevando pelos largos y gruesos; fémur anterior con la parte medio-basal del margen ventral expandido ..... *Platycosmoecus*

- 1b- Primer segmento abdominal sin escleritos, cabeza y nota torácicos con pelos normales, fémur anterior sin margen basal expandido ..... 2
- 2a- Mandíbulas con extremos romo, ahuecados; cabeza con cresta dorso-lateral ..... *Anomalocosmoecus*
- 2b- Mandíbulas con extremos divididos en una serie de dientes; cabeza sin cresta dorsal ..... 3
- 3a- Tibias de todas las patas con varias espinas largas y gruesas en los márgenes internos ..... *Antarctoecla*
- 3b- Tibias desnudas, con un solo par de espinas apicales o con una hilera de pelos cortos ..... 4
- 4a- Patas anales con pelos ventrales en la membrana ..... 5
- 4b- Patas anales sin pelos ventrales ..... 6
- 5a- Con anillos ventrales (área de intercambio iónico) del segundo al séptimo esterno abdominal, cada uno con un ancho de aproximadamente 8 veces su longitud ..... *Metacosmoecus*
- 5b- Con anillos ventrales del tercero al séptimo segmento abdominal, a menudo reducido en el tercero; cada uno con un ancho aproximado de 3-4 veces su longitud (Fig.4) ..... *Verger*
- 6a- Con una raya pálida medio-dorsal en la cabeza, pronoto y mesonoto; tibias y tarsos medios y posteriores a menudo con una hilera de cortos pelos en el margen interno ..... *Monocosmoecus*
- 6b- Sin una raya pálida longitudinal, cabeza con manchas musculares distintas; sin hilera de pelos en el margen interno de tibias y tarsos medios y posteriores ..... *Austrocosmoecus*

#### Familia Leptoceridae

Larvas con antenas evidentes (Fig. 14), en las demás familias son tan pequeñas que se confunden con pelos; tienen patas muy largas, especialmente las posteriores, fémures divididos, tibia y/o tarso a veces divididos, abdomen con branquias simples, construyen capullos cónicos con materiales diversos (Figs. 18, 19). Hay varios géneros de interés, como *Oecetis* con larvas depredadoras; *Nectopsyche* es uno de los más diversificados y abundantes; *Triplectides* utiliza palitos huecos como capullo, pero también capullos vacíos de otros tricópteros (Sericostomatidae). Los adultos tienen antenas mucho más largas que el cuerpo, llevadas hacia adelante en reposo, el cuerpo es delgado, recto, frágil, las alas relativamente delgadas adosadas al abdomen.

Bibliografía: Holzenthal, 1986-1988, revisión de varios géneros neotropicales y descripción de las larvas.

#### Clave para larvas

- 1a- Metanoto con escleritos ..... 2
- 1b- Metanoto totalmente membranoso (Fig. 14); antenas relativamente largas (Figs. 2, 14) ..... 5
- 2a- Metanoto formado por 3 escleritos, una placa grande central y 2 laterales; trocánter de la pata posterior no alargado ..... 3
- 2b- Metanoto formado por 4 escleritos; trocánter de la pata posterior alargado ..... 4
- 3a- Uñas de todas las patas abruptamente curvadas; diente accesorio de la pata anal tan largo como la uña ..... *Grunichella*
- 3b- Diente accesorio de la pata anal más corto que la uña ..... *Atanaollica*
- 4a- Tibia de la pata posterior dividida; borde anterior del pronoto ondulando; habitan en palitos huecos o en capullos abandonados de otros tricópteros ..... *Triplectides*
- 4b- Tibia posterior no dividida; borde anterior del pronoto recto ..... *Hudsonema*
- 5a- Palpo maxilar largo, sobrepasa las restantes piezas bucales; línea subocular poco nítida; línea pronotal ausente; uñas de las patas, en especial las posteriores, largas y delgadas ..... *Oecetis*
- 5b- Palpo maxilar corto, con línea pronotal y línea subocular presentes (Fig. 2) ..... 6
- 6a- Tibia y tarso de la pata anterior con un pelo ensanchado subapical ventral; esclerito lateral del primer segmento abdominal poco desarrollado, con proyección dorsal; con banda de pelos y espinas adyacentes a la abertura anal; con pelos y espinas en el dorso de la pata anal ..... *Amphoropsyche*
- 6b- Sin pelos ensanchados en tibia y tarso de la pata anterior ..... 7
- 7a- Con pelos conspicuos en el dorso del noveno segmento y en las patas anales; con pelitos alrededor de la abertura anal; tubérculo lateral del primer segmento abdominal con esclerotización en forma de coma; capullos arqueados, de piedritas ..... *Brachysetodes*
- 7b- Con pequeñas espinitas alrededor de la abertura anal (Fig. 5) tubérculo lateral del primer segmento abdominal con área esclerotizada circular y barra arqueada; capullos cónicos de materiales diversos (Figs. 18, 19) ..... *Nectopsyche*

#### Clave para adultos

- 1a- M de las alas posteriores aparentemente con 3 ramas alcanzando el margen del ala (horquilla III presente); alas anteriores de las hembras con horquilla III presente ..... 2
- 1b- M de las alas posteriores aparentemente con 2 ramas alcanzando el margen del ala (horquilla III ausente); alas anteriores de las hembras sin horquilla III (excepto en *Amphoropsyche*) ..... 6
- 2a- Celda tridial de las alas anteriores muy larga y delgada, casi el doble de la longitud de las celdas discales ..... 3

- 2b- Celda tiridial y celdas discoidales subiguales en longitud ..... 4  
 3a- Alas posteriores con venas transversas s y r-m en línea ..... *Notalina*  
 3b- Alas posteriores con vena transversa s más apical que r-m ..... *Triplectides*  
 4a- Tubérculos pilosos ántero-laterales de la frente de la cabeza, largos y angostos ..... *Grumichella*  
 4b- Tubérculos pilosos ántero-laterales de la frente de la cabeza, ovales, alargados o subtriangulares ..... 5  
 5a- Horquilla I en ambas alas pecioladas ..... *Hudsonema*  
 5b- Horquilla I del ala anterior sésil o peciolada, la del ala posterior en general ausente ..... *Atanotica*  
 6a- Alas anteriores con las venas anteriores espesadas, especialmente la  $R_{2+3}$ ,  $R_{4+5}$  y  $Cu_1$ ; celda discoidal pequeña, angosta, casi obliterada por los espesamientos de las venas (Brasil) ..... *Neothripsodes*  
 6b- Sin venas notoriamente espesadas ..... 7  
 7a- Alas anteriores con tallo de M atrofiada (celda tiridial ausente); alas anteriores con horquilla V ausente ..... *Trienodes*  
 7b- Alas anteriores con M entera (celda tiridial presente); alas posteriores con horquilla V presente ..... 8  
 8a- Alas anteriores con M aparentemente no ramificada ( $M_{1+2}$  parece una rama de la  $Cu_1$ ) ..... *Oecetis*  
 8b- Alas anteriores con M ramificada ..... 9  
 9a- Alas posteriores con  $R_s$  y M atrofiadas ..... *Nectopsyche*  
 9b- Alas posteriores con  $R_s$  y M presentes ..... 10  
 10a- Alas anteriores con celda tiridial 1.5 a 2 veces más larga que la celda discoidal ..... 11  
 10b- Alas anteriores con celda tiridial y celda discoidal subiguales en longitud o celda tiridial más corta que la celda discoidal ..... 12  
 11a- Alas anteriores con horquilla I peciolada ..... *Brachysetodes (partim)*  
 11b- Alas anteriores con horquilla I sésil o subsésil; horquilla III de las hembras presente ..... *Amphoropsyche*  
 12a- Alas posteriores con horquilla I ausente ..... *Brachysetodes (partim)*  
 12b- Alas posteriores con horquilla I presente ..... 13  
 13a- Alas anteriores con M peciolada; alas anteriores con 12 pequeñas manchas castañas ..... *Achoropsyche*  
 13b- Alas anteriores con M sésil o con pedicelo muy corto; alas anteriores sin pequeñas manchas castañas ..... *Brachysetodes (partim)*

#### Familia Calamoceratidae

Las larvas tienen el labro con una hilera transversal de más de 14 pelos; pronoto con una prolongación látero-anterior.

#### Clave para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos

Los adultos carecen de ocelos, tienen alas triangulares anchas y redondeadas en el ápice.  
 Bibliografía: Flint & Angrisano, 1985 [larvas].

#### Clave para larvas

- 1a- Gula larga, llega hasta el orificio occipital; margen anterior del pronoto con más de 12 pelos; trocánter de las patas posteriores con un mechón de pelos; branquias formadas por no más de 3 filamentos; capullos de granos de arena, en ríos, lagos, desbordes ..... *Banyallarga*  
 1b- Gula corta, no llega hasta el orificio occipital; margen anterior del pronoto con unos 6 pelos; trocánter posterior con pilosidad normal; branquias formadas por 3 ó 4 filamentos; capullos achatados, contruidos con fragmentos de hojas (Fig. 16); en el fondo de arroyos, en los lugares con fuerte deposición de material, preferentemente hojas ..... *Phylloicus*

#### Familia Odontoceridae

Larvas con metanoto dividido en cuatro escleritos, dos laterales y dos centrales. Construyen capullos arqueados, cilindro-cónicos recubiertos de granos de arena de tamaño homogéneo, generalmente dispuestos de forma muy regular (Fig. 21). Adultos sin ocelos.

Bibliografía: Flint, 1969b [larvas *Barypenthus*]; Wiggins, 1978.

#### Clave para larvas

- 1a- Cabeza redondeada en vista frontal, con cresta lateral, ligeramente aplanada. Mesonoto dividido en 3 pares de escleritos ..... *Marilia*  
 1b- Cabeza cuadrangular en vista frontal, algo aplanada, sin cresta lateral ..... *Barypenthus*

#### Familia Helicopsychidae

Las larvas construyen capullos con forma de caracol (Fig. 17). Los machos adultos tienen palpos maxilares de 2 ó 3 artículos.

Bibliografía: Monson *et al.* 1988 [larvas de *Cochliopsyche*]; Wiggins, 1978.

#### Clave para larvas

- 1a- Cabeza con un grupo de pelos erectos en el margen ántero-lateral y una mancha concavidad en la región postgenal ..... *Cochliopsyche*  
 1b- Cabeza sin las características anteriores ..... *Helicopsyche*



### Familia Sericostomatidae

Las larvas de las especies sudamericanas tienen hileras de espinas sobre el borde o el área anterior del pronoto, construyen capullos tubulares de seda; entre éstas *Grumicha* (Fig. 22) del S de Brasil y NE de la Argentina, los hace muy gruesos, de aspecto coníaco, sin material exógeno; de los 3 géneros de Chile y SO argentino, Flint, 1969b describió las larvas de *Parasericostoma laterale* y las de *Notidobiella chacayana*, Valverde et al. (1997, 1998, 1999), las de *Parasericostoma ovale*, P. cristatum y *Myotrichia murina*.

### Familia Helicophidae

Únicamente han sido descritas las larvas de *Eosericostoma* (Flint, 1992) (Fig. 15) y *Austrocentrus valgiformis* (Flint, 1997). Tienen el pronoto esclerotizado, mesonoto parcialmente esclerotizado, especialmente la parte anterior. Las primeras construyen capullos que consisten de un tubo central con amplias expansiones hacia los lados y hacia adelante, es angosto en su extremo posterior y muy ensanchado anteriormente, los capullos de *Austrocentrus valgiformis* son cilindro-cónicos fuertemente arqueados.

Adultos pequeños, sin ocelos, palpo maxilar de 5 segmentos en ambos sexos.

### Familia Anomalopsychidae

Las larvas tienen el pronoto prolongado látero-anteriormente, *Anomalopsyche* tiene meso y metanoto esclerotizados, y 2 carenas semicirculares en la cabeza: una anterior por arriba del clipeo y los ocelos, y otra posterior por debajo de los ocelos y por arriba del área occipital.

Adultos con palpos maxilares de 4 artículos en los machos y 5 en las hembras, palpo labial del macho de la misma longitud que el maxilar, en la hembra el labial más corto que el maxilar y con 3 ocelos.

Bibliografía: Holzenthal & Flint, 1995 [revisión *Contulma*, larva].

### Clave para larvas

- 1a- Con un lóbulo medio ventral en el primer segmento abdominal, con pocos dientes accesorios en la uña de la pata anal ..... *Anomalopsyche*
- 1b- Sin tal lóbulo abdominal, con numerosos dientes accesorios en la uña de la pata anal ..... *Contulma*

### Familia Tasimidae

Larvas con ángulos ántero-laterales del pronoto prolongados.

Adultos sin ocelos, ojos con pelos; mesoescutum y escutelo con tubérculos pilosos.

### Clave para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos

Número de espolones tibiales: 2-4-4.

Bibliografía: Flint 1967 [larva *Trichovespula*]; 1999 [larva *Charadropsyche*].

### Familia Kokiriidae

Larvas con tibias y tarsos de patas anteriores y medias fusionados.

Adultos sin ocelos, con palpos maxilares de 3 artejos en el macho y 5 en la hembra; piezas bucales más o menos alargadas. Larvas sudamericanas no descritas, caracteres basados en larvas de *Kokiria* de Nueva Zelanda.

### Familia Philorheithridae

Larvas predatoras con patas semiraptoras, tibia y tarso fusionados en la pata media (basados sobre descripciones de larvas australianas de *Philorheithrus*).

Adultos sin ocelos, número de espolones tibiales 2-4-4, un par de glándulas o pilíferas en la frente del macho, con lóbulo redondeado esclerotizado en el margen anal del ala anterior.

### Familia Atriplectididae

Larvas angostas y alargadas (Fig. 20), líneas ecdisiales no visibles, pronoto muy delgado con 2 pares de escleritos anteriores, y parte posterior retráctil. Adultos sin ocelos, palpos maxilares de 5 segmentos en los dos sexos; tubérculos pilosos del pronoto alargados transversalmente; mesonoto con 2 bandas longitudinales de puntaciones pilosas; número de espolones tibiales: 2-4-4.

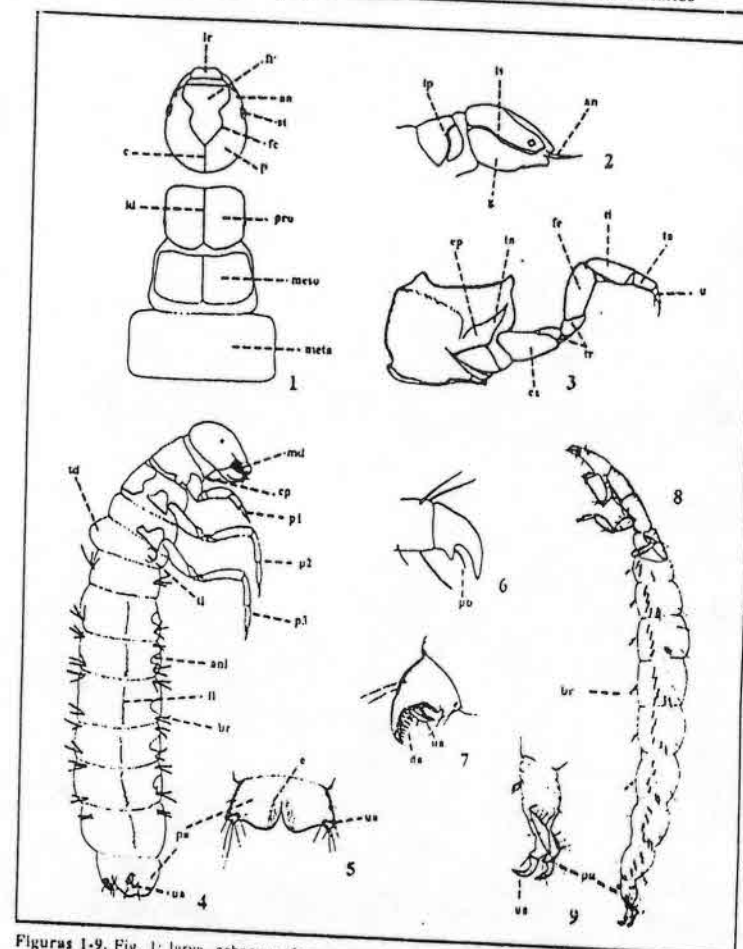
Bibliografía: Holzenthal, 1997 [*Neotriplectides*, larva].

- Angrisano, E. B. 1983. Estados preimaginales de *Magellomyia linnophyllus* Schmid 1955 y *Magellomyia appendiculata* (Ulmer 1904) (Trichoptera, Limnephilidae). Rev. Soc. Entomol. Arg. 42: 325-334.
- Angrisano, E. B. 1986. Descripción de la hembra y la larva de *Magellomyia bruchina* (Trichoptera, Limnephilidae). Physis (Buenos Aires), B. 44: 1-5.
- Angrisano, E. B. 1993. Contribución al conocimiento del género *Antaptila* Mosely (Trichoptera: Glossosomatidae). Rev. Soc. Entomol. Arg. 52: 57-139.
- Angrisano, E. B. 1997. Contribution to the knowledge of the larvae of Hydrobiosidae. I. *Neoprylochoerema tridentatum* and *Australochoerema rectiplum*, pp. 15-17. In: R. W. Holzenthal and G. M. Flint, Jr. (eds.), Proc. of the 8th International Symposium on Trichoptera, Columbus, Ohio, Ohio Biological Survey.
- Angrisano, E. B. 1998a. Las larvas de *Neotaptyche*. (Trichoptera, Hydrobiosidae). Rev. Soc. Entomol. Arg. 57: 121-125.
- Angrisano, E. B. 1998b. Trichoptera, pp. 374-384. En: J. J. Morrone y S. Coscarón (Drs.). Biodiversidad de Artrópodos Argentinos. Ed. Sur. Buenos Aires.
- Angrisano, E. B. 2000. Orden Trichoptera: Lista preliminar de especies de la Argentina y países limítrofes. Parte 1: suborden Spicilipia. Physis (Buenos Aires), B. 57: 25-37.
- Blahnik, R. J. 1997. Systematics of *Chimarra*, a new subgenus of *Chimarra* (Trichoptera: Philopotamidae). Syst. Entomol. 22: 199-243.
- Blahnik, R. J. and R. W. Holzenthal. 1992. Revision of the Neotropical genus *Chimarroella* Lestage (Trichoptera: Philopotamidae). Syst. Entomol. 17: 109-132.
- Cabrera, A. y A. Willink. 1980. Biogeografía de América Latina. OEA. 117 pp.
- Flint, O. S., Jr. 1967. Studies of Neotropical Caddisflies. II: Trichoptera collected by Prof. Dr. J. Illies in the Chilean Subregion. Beitr. Z. Neotr. Fauna 5: 45-68.
- Flint, O. S., Jr. 1969a. Studies of Neotropical caddisflies. VIII: The immature stages of *Barypenthus claudens* (Trichoptera: Odontoceridae). Proc. ent. Soc. Wash. 71: 24-28.
- Flint, O. S., Jr. 1969b. Studies of Neotropical caddisflies. IX: New genera and species from the Chilean Region. Proc. ent. Soc. Wash. 71: 497-514.
- Flint, O. S., Jr. 1973. Studies of Neotropical caddisflies. XVI: The genus *Austratinodes* (Trichoptera, Psychomyiidae). Proc. Biol. Soc. Wash. 86: 127-142.
- Flint, O. S., Jr. 1974. Studies of Neotropical caddisflies. XIX: The genus *Cailloma* (Trichoptera, Rhyacophilidae). Proc. Biol. Soc. Wash. 87: 473-484.
- Flint, O. S., Jr. 1979. Studies of Neotropical caddisflies. XXIII: New genera from the Chilean Region. Proc. Biol. Soc. Wash. 92: 640-649.
- Flint, O. S., Jr. 1982. Studies of Neotropical caddisflies. XXX: Larvae of the genera of South American Limnephilidae (Trichoptera). Smith. Contr. Zool. 355: 1-28.
- Flint, O. S., Jr. 1983. Studies of Neotropical caddisflies. XXXIV: The genus *Plectromacronema* (Trichoptera: Hydropsychidae). Proc. Biol. Soc. Wash. 96: 225-237.
- Flint, O. S., Jr. 1992. Studies of Neotropical caddisflies. XLIX: The taxonomy and relationships of the genus *Eosericostoma*, with descriptions of the immature stages (Trichoptera: Helicophidae). Proc. Biol. Soc. Wash. 105: 494-511.
- Flint, O. S., Jr. 1997. Studies of Neotropical Caddisflies. LIV: The Patagonian genus *Austrocentrus*, with description of its immature stages (Trichoptera: Helicophidae). pp. 99-108. In: R. W. Holzenthal y O. S. Flint, Jr. (eds.), Proc. 8th. Intern. Symp. Trichoptera. Columbus, Ohio, Ohio Biological Survey.
- Flint, O. S., Jr. 1998. Studies of Neotropical Caddisflies. LIII: A taxonomic revision of the subgenus *Curgia* of the genus *Chimarra* (Trichoptera: Philopotamidae). Smith. Contr. Zool. 594: 1-131.
- Flint, O. S., Jr. 1999. The Chilean genus *Charadropsyche*, with the description of its immature stages (Trichoptera: Tasimiidae) (Studies of neotropical caddisflies, LVII), pp. 99-105. In: H. Malicky and P. Chantaramongkol, (eds.), Proc. 9th. Intern. Symp. Trichoptera. Chiang Mai, Thailand, Faculty of Science, Chiang Mai University.
- Flint, O. S., Jr. and E. B. Angrisano. 1985. Studies of Neotropical caddisflies. XXXV: The immature stages of *Banyallarga argentinica* Flint (Trichoptera: Calamoceratidae). Proc. Biol. Soc. Wash. 98: 687-697.
- Flint, O. S., Jr. and J. Bueno-Soria. 1982. Studies of Neotropical Caddisflies. XXXII: The immature stages of *Macronema variipenne* Flint & Bueno, with the division of *Macronema* by the resurrection of *Macrostemum* (Trichoptera: Hydropsychidae). Proc. Biol. Soc. Wash. 95: 358-370.
- Flint, O. S., Jr., R. W. Holzenthal and S. C. Harris. 1999. Catalog of the Neotropical Caddisflies (Insecta: Trichoptera). Columbus, Ohio, Ohio Biol. Survey.
- Flint, O. S., Jr., J. McAlpine and H. H. Ross. 1987. A revision of the genus *Leptonema* Guérin (Trichoptera: Hydropsychidae: Macronematinae). Smith. Contr. Zool. 450: 1-193.
- Flint, O. S., Jr. and J. B. Wallace. 1980. Studies of Neotropical Caddisflies. XXV: The immature stages of *Blepharopus diaphanus* and *Leptonema columbianum* (Trichoptera: Hydropsychidae). Proc. Biol. Soc. Wash. 93: 178-193.
- Holzenthal, R. W. 1986a. Studies in Neotropical Leptoceridae (Trichoptera). VI: Immature stages of *Hudsonema flaminii* (Navas) and the evolution and historical biogeography of Hudsonemini (Tripletidiinae). Proc. ent. Soc. Wash. 88: 268-279.
- Holzenthal, R. W. 1986b. Studies in Neotropical Leptoceridae (Trichoptera). IV: A revision of *Brachystodes* Schmid. Trans. Amer. Entomol. Soc. 111: 407-440.
- Holzenthal, R. W. 1988a. Systematics of Neotropical Tripletidiinae (Trichoptera: Leptoceridae). Ann. ent. Soc. Amer. 81: 187-208.
- Holzenthal, R. W. 1988b. Studies in Neotropical Leptoceridae (Trichoptera). VIII: The genera *Atmatolca* Mosely and *Grimichella* Muller (Tripletidiinae, Grimichellini). Trans. Amer. ent. Soc. 114: 71-128.
- Holzenthal, R. W. 1997. The caddisfly (Trichoptera) family Atriplectididae in the Neotropics, pp. 157-165. In: R. W. Holzenthal and O. S. Flint, Jr. (eds.), Proc. 8th. Intern. Symp. Trichoptera. Columbus, Ohio, Ohio Biological Survey.
- Holzenthal, R. W. and O. S. Flint, Jr. 1995. Studies of Neotropical caddisflies. I.I: Systematics of the Neotropical caddisfly genus *Contulma* (Trichoptera: Anomalopsychidae). Smith. Contr. Zool. 575: 1-59.
- Hudson, P. L., J. C. Morse and J. R. Voshell, Jr. 1981. Larva and pupa of *Ceratinia apicata*. Ann. ent. Soc. Amer. 74: 516-519.
- Kelley, R. W. 1984. Phylogeny, morphology and classification of the micro-caddisfly genus *Oxyethira* Eaton (Trichoptera: Hydropsychidae). Trans. Amer. ent. Soc. 110: 435-463.
- Marshall, J. E. 1979. A review of the genera of the Hydropsychidae (Trichoptera). Bull. Brit. Mus. (Natural History) Entomol. Ser. 39 (3): 135-239.
- Monson, M. P., R. W. Holzenthal and G. G. Ahlstrand. 1988. The larvae and pupa of *Cochliopsyche vazquezae* (Trichoptera: Helicopsychidae). J. N. Am. Benthol. Soc. 7: 152-159.
- Schmid, F. 1955. Contribution à l'étude des Limnephilidae (Trichoptera). Mitt. Schw. Entomol. Ges. 28: 1-245.
- Schmid, F. 1982. La famille des Xiphocentronidae (Trichoptera: Annulipalpia). Mem. Ent. Soc. Can. 121: 1-127.
- Schmid, F. 1989. Les Hydrobiosides (Trichoptera, Annulipalpia). Bull. Inst. R. Sci. Nat. Belgique 59 (supplement): 1-154.

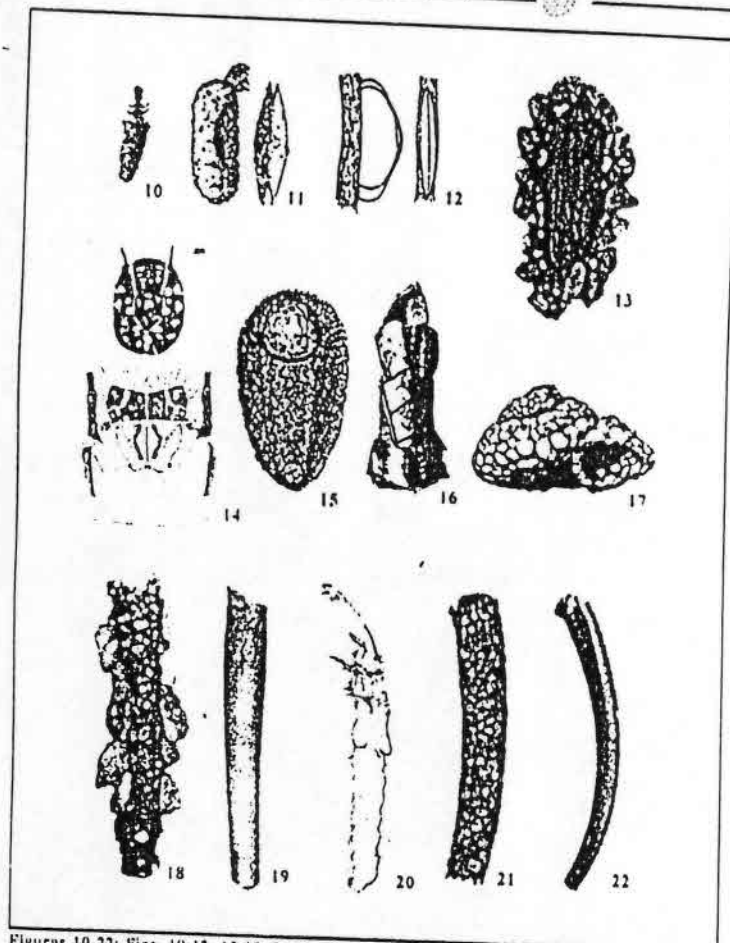
- Valverde, A. C. 1996. Descripción de los estados preimaginales y de los segmentos genitales de *Polycentropus joergenseni* Ulmer, 1909 (Trichoptera: Polycentropodidae). Rev. Bras. Entomol. 40: 65-70.
- Valverde, A. C. 1998. Aportes al conocimiento de los estados preimaginales de *Mastigoptila longicornuta* (Trichoptera: Glossosomatidae). Rev. Soc. Entomol. Arg. 57: 49-55.
- Valverde, A. C. y R. Albariño. 1999. Descripción de los estados preimaginales de *Myotrichia murina* y *Parasericostoma cristatum* (Trichoptera: Sericostomatidae). Rev. Soc. Entomol. Arg. 58: 11-16.
- Valverde, A. C. y L. Miserendino. 1997. Los estados inniados de *Parasericostoma ovale* (Trichoptera: Sericostomatidae). Rev. Soc. Entomol. Arg. 56: 33-37.
- Valverde, A. C. y L. Miserendino. 1998. Aportes al conocimiento de los estados preimaginales de *Mastigoptila longicornuta* (Trichoptera: Glossosomatidae). Rev. Soc. Entomol. Arg. 57: 49-55.
- Wiggins, G. B. 1978. Larvae of the North American caddisfly genera (Trichoptera). Univ. Toronto Press, Toronto, Canada.
- Wiggins, G. B. 1984. Trichoptera. pp. 271-311. In: R. W. Merritt and K. W. Cummins (eds.). An Introduction to the Aquatic Insects of North America, Kendall/Hunt publishing Co., Dubuque.

#### Abreviaturas

ac: apéndices caudales, an: antenas, anl: anillos, br: branquia, c: línea ecdisial coronal, ep: cuerno prosternal, ex: coxa, d: celda discoidal, da: dientes accesorios, e: espinas, ea: esbozos alares, ee: espinas externas, em: escutum, eo: escutelo, ep: episterno, eta: espolones terminales o apicales, etp: espolones medios o preapicales, fe: línea ecdisial frontoclipeal, fe: fémur, fr: frontoclipeo, g: gena, h: horquilla, l: lazo, ld: línea ecdisial pronotal dorsal, ll: línea lateral, lp: línea ecdisial pronotal lateral, lr: labro, ls: línea ecdisial subocular, md: mandíbula, meso: mesonoto, meta: metanoto, n: nigua, o: oculos, p: parietal, pl: pata anterior o protorácica, p2: pata media o mesotorácica, p3: pata posterior o metatorácica, pa: pseudopata anal, pb: pelo basal, pd: plaquetas esclerotizadas dorsales, pl: palpo labial, pm: palpo maxilar, pn: pelos natatorios, pro: pronoto, sti: stemmata, t: celda tritridial, ta: tarso, td: tubérculo dorsal, tl: tibia, tl: tubérculo lateral, tn: trocánter, tp: tubérculos pilosos, tr: trocánter, u: uña, ua: uña de la pseudopata anal, v: ventana.



Figuras 1-9. Fig. 1: larva, cabeza y tórax, general, dorsal; Fig. 2: larva de Leptoceridae, cabeza y tórax, lateral; Fig. 3: segmento torácico y pata; Fig. 4: larva de Integripalpia, aspecto general, lateral; Fig. 5: pseudopata anal; Fig. 6: uña de pata torácica; Fig. 7: uña de pseudopata anal; Fig. 8: *Synoestropsis* sp. (Annulipalpia, Hydropsychidae), aspecto general de la larva, lateral; Fig. 9: pseudopata anal. Figs. 1-3, modificadas de Wiggins (1984).



Figuras 10-22: Figs. 10-13, 15-19, 21-22: capullos, 10, *Neotrichia* sp., 11, *Ochrotrichia* sp.; 12, *Flintella andrea*; 13, *Cuilluma* sp.; 14, *Nectopsyche muelleri*, larva, cabeza y tórax, dorsal; 15, *Eusericostoma* sp.; 16, *Phylloicus* sp.; 17, *Helicopsyche* sp.; 18, *Nectopsyche* sp.; 19, *Nectopsyche* muelleri; 20, *Neotriplectides* sp., aspecto general de la larva, lateral; 21, *Odontoceridae*; 22, *Grumicha grumicha*; Fig. 20, tomada de Holzenthall (1988).

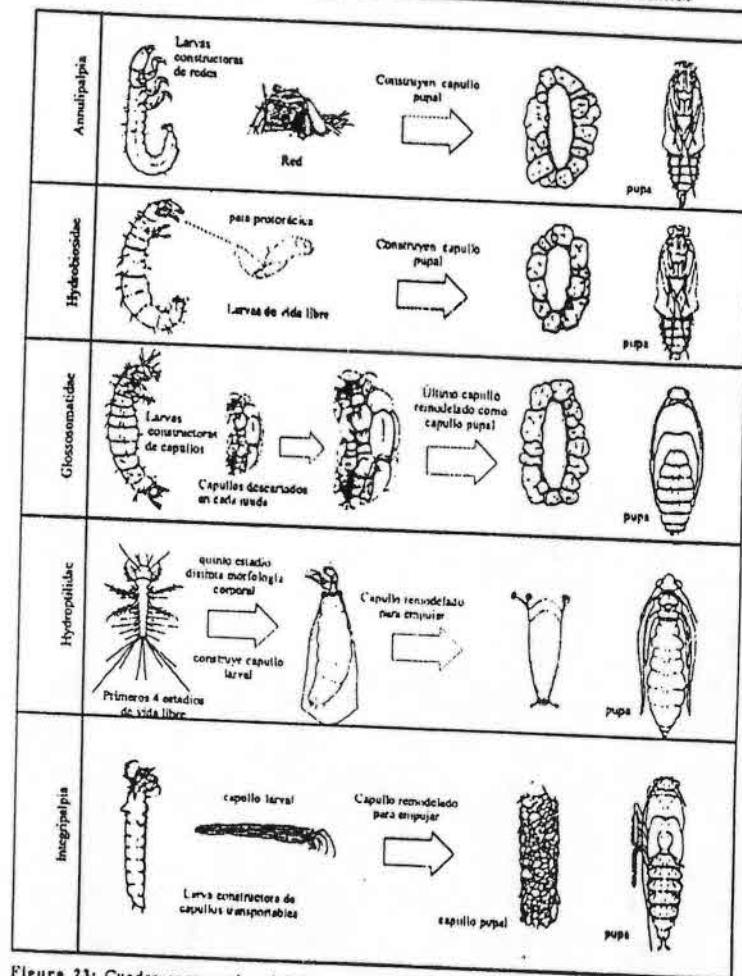
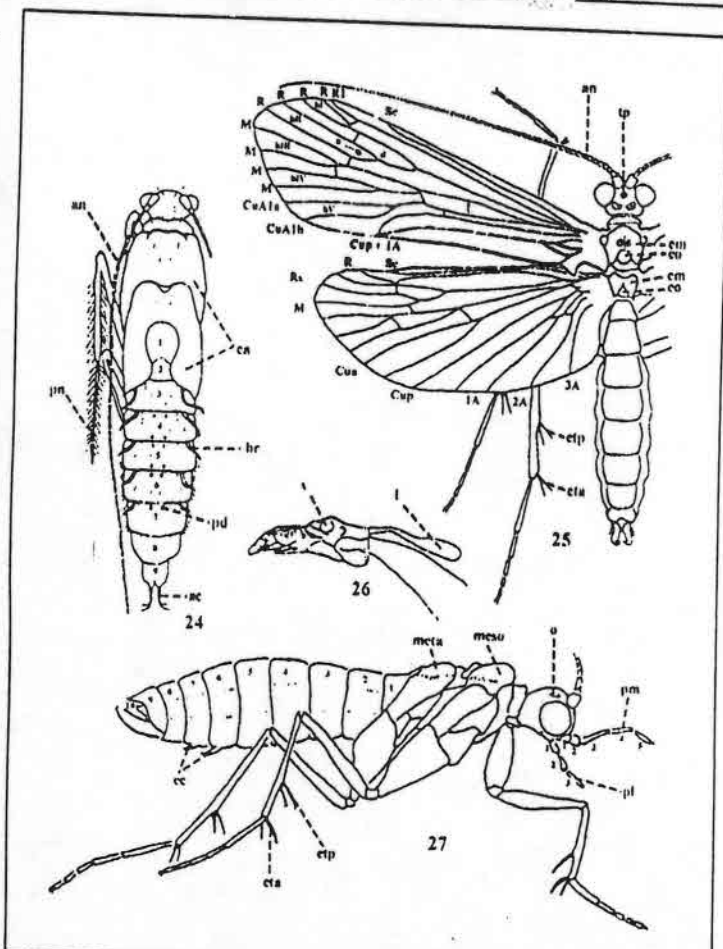


Figura 23: Cuadro comparativo del desarrollo de Annulipalpia, Spicripalpia (Hydrobiosidae, Glossosomatidae, Hydroptilidae) e Integripalpia.



Figuras 24-27: Fig. 24, Aspecto general de la pupa, dorsal; Fig. 25, aspecto general del adulto, dorsal; r: vena transversa entre  $R_1$  y  $R_2$ ; s: vena transversa entre  $R_2$  y  $R_3$ ; Fig. 26, edeago de Leucotrichini; Fig. 27, aspecto general del adulto, lateral. Figs. 24 y 27, modificadas de Wiggins (1984).

Tabla 1. Distribución de las familias y géneros en América del Sur.

Géneros presentes en América del Sur	T	SO	A	DISTRIBUCION
SUBORDEN ANNULIPALPIA				
ECNOMIIDAE				
<i>Austrocladodes</i>	24	11	4	Amplia distribución mundial.
HYDROPSYCHIIDAE				
<i>Illeparopus</i>	1	-	1	Un grupo de spp. en el SO, otro grupo de Uruguay a México.
<i>Centromacronema</i>	9	-	-	Amplia distribución mundial. Cuatro subfamilias, aquí <i>HYDROPSYCHINAE</i> y <i>MACRONEMATINAE</i> .
<i>Leptocnema</i>	70	-	8	Género sudamericano con una única especie en Brasil, Uruguay, Argentina y Venezuela.
<i>Macronema</i>	24	-	3	Desde Bolivia y Brasil hacia el N. hasta América Central.
<i>Macrostemum</i>	15	-	2	Género neotropical y africano muy diversificado.
<i>Electromacronema</i>	2	-	1	Género neotropical, desde el N. Argentina hasta Am. Central.
<i>Pseudomacronema</i>	1	-	1	Género de América, África, Asia y Australia.
<i>Simulicoides</i>	98	12	35	Género neotropical, desde el N. Argentina hasta México.
<i>Synostropsis</i>	9	-	4	Género con una única spp. de amplia distribución: desde NE Argentina hasta Colombia. Larvas desconocidas.
PHILOPSYCHIIDAE				
<i>Chlamys</i>	131	-	9	Muy abundante y diversificado en la región Neotropical.
<i>Polophyllodes</i>	21	20	1	NE Argentina hasta México.
<i>Chlamys</i>	7	-	-	Familia cosmopolita.
<i>Warmlidia</i>	4	-	-	Género cosmopolita.
POLYCENTROPODIDAE				
<i>Cernotina</i>	38	-	7	Mundial. Diversificado en Chile, una spp. en Brasil.
<i>Cynellus</i>	9	-	9	Distribución neotropical. Larvas desconocidas.
<i>Nectophasia</i>	4	-	2	Distribución mundial.
<i>Polysyncetopus</i>	20	7	1	Distribución mundial.
<i>Polysyncetopus</i>	21	-	5	Distribución mundial.
STENOPSYCHIIDAE				
<i>Pseudostenopsyche</i>	2	2	-	Chile, Asia, Australia y una especie de África.
NIPHOCENTRONIDAE				
<i>Cnadosentron</i>	1	-	-	Género exclusivo de Chile. Larvas desconocidas.
<i>Nachirocentron</i>	1	-	-	Región Neotropical, África y Oriente. Varios subgéneros.
<i>Niphocentron</i>	10	-	2	Oriente y América. Larvas desconocidas.
<i>Niphocentron</i>	10	-	2	Género americano, desde Venezuela hasta América Central. Larvas desconocidas.
<i>Niphocentron</i>	10	-	2	Americano, desde NO Argentina hasta Estados Unidos.
SUBORDEN SPICIPALPIA				
HYDROBIOSIDAE				
<i>Amphichoreina</i>	3	3	2	América al S de Canadá, Australia, Nueva Zelanda y SE Asia.
<i>Andenophoreina</i>	1	1	-	En el SO. Larvas no descritas aún.
<i>Apantodes</i>	2	2	1	Endémico del SO. Larvas no descritas aún.
<i>Stopsyche</i>	80	-	6	Endémico del SO.
<i>Australoblasta</i>	3	3	1	Americano, desde C. Argentina hasta Canadá. No en Chile.
<i>Cuillama</i>	3	3	3	Endémico del SO. Larvas desconocidas.
<i>Cuillama</i>	3	3	3	Cordilleranas de Ecuador a NO. C. de Argentina y Chile.



<i>Clavichorema</i>	7	7	-	Sólo en Chile. Larvas no descritas aún.
<i>Uletochorema</i>			-	Sólo en Chile. Larvas no descritas aún.
<i>Iguazu</i>	2	1	2	Una especie en Misiones posiblemente localidad crónica, otra especie en Chile.
<i>Utochorema</i>	2	2	-	Sólo en Chile. Larvas no descritas aún.
<i>Microchorema</i>	2	2	1	Endémico del SO. Larvas desconocidas.
<i>Microchorema</i>	4	4	-	Sólo en Chile. Larvas no descritas aún.
<i>Neotoppsyche</i>	5	5	5	Endémico del SO.
<i>Neochorema</i>	4	4	-	Sólo en Chile. Larvas no descritas aún.
<i>Neopallachorema</i>	1	1	1	Endémico del SO.
<i>Pamphorochorema</i>	1	1	1	Endémico del SO. Larvas no descritas aún.
<i>Pseudoradema</i>	1	1	-	Sólo en Chile. Larvas no descritas aún.
<i>Rhynchorema</i>	4	4	4	Endémico del SO.
<i>Stenopysche</i>	1	1	1	Endémico del SO.
<i>Stenochorema</i>	1	1	-	Endémico del SO. Larvas no descritas aún.
GLOSOSOMATIDAE				
				Aquí sólo la subfamilia americana PROTOPTILINAE, cuyos géneros son exclusivos de la región Neotropical.
<i>Canoptila</i>	1	-	-	Una única especie en Brasil. Larvas no descritas aún.
<i>Iguazu</i>	4	-	3	Endémico del NE Argentino, S Brasil y Uruguay.
<i>Mastigoptila</i>	7	7	2	Endémico del SO.
<i>Alcibonoptila</i>	1	-	1	Una especie en Tucumán (Argentina). Larvas desconocidas.
<i>Alexitrichia</i>	22	-	5	N de la Argentina hasta México.
<i>Mortonella</i>	22	-	2	Género andino desde el NO Argentina hasta Ecuador y Colombia.
<i>Protoptila</i>	20	-	4	Género americano muy diversificado.
<i>Scototrichia</i>	1	1	1	Género endémico del SO con una única especie. Larvas desconocidas.
<i>Telluaca</i>	1	1	-	Una única especie en Chile. Larvas no descritas aún.
HYDROPTILINAE				
				Aquí sólo la subfamilia cosmopolita HYDROPTILINAE. Algunas especies en ambientes lénticos.
<i>Abricchia</i>	2	-	1	Género exclusivo del NE Argentino, S Brasil y Uruguay.
<i>Acositrichia</i>	5	-	-	Exclusivo del NE Argentino, S Brasil y Uruguay. Larvas desconocidas.
<i>Altitrichia</i>	4	-	-	Desde USA hasta N de América del Sur.
<i>Anchitrichia</i>	2	-	1	Género neotropical.
<i>Arctotrichia</i>	2	-	-	Exclusivo de Uruguay y S Brasil. Larvas no descritas.
<i>Beitrichia</i>	7	-	2	Género exclusivo del E Argentina, Uruguay, S Brasil, Paraguay y Surinam. Estadíos preimaginales desconocidos.
<i>Bredella</i>	1	-	-	Género americano. Larvas no descritas aún.
<i>Buxigasterx</i>	1	-	-	Género americano intertropical.
<i>Celaenotrichia</i>	1	1	-	Endémico del SO. Una única especie en el género.
<i>Cerymatrichia</i>	4	-	-	Am. Central hasta Ecuador.
<i>Ceratitrichia</i>	1	-	-	Venezuela, Ecuador, América Central. Larvas desconocidas.
<i>Cosmitrichia</i>	3	-	-	Género con una sp. en Uruguay, las restantes en N de Am. del Sur y América Central. Larvas desconocidas.

<i>Flintella</i>	1	-	1	Género neotropical, de Entre Ríos (Argentina) y Uruguay.
<i>Hydroptila</i>	19	-	6	Género de amplia distribución en el mundo.
<i>Ithytrichia</i>	-	-	-	Género de amplia distribución en el mundo, una sp. no identificada en Tucumán (Argentina).
<i>Leucoptichia</i>	10	-	-	Américo, de USA a N América del Sur. 1 sp. en Brasil.
<i>Mayatrichia</i>	1	-	-	Género diversificado en América Central y del Norte, una sp. llega hasta Ecuador.
<i>Metrichia</i>	27	4	6	Género neotropical.
<i>Neotrichia</i>	58	1	12	Género americano, muy diversificado.
<i>Nototrichia</i>	2	2	-	En Chile y América del Norte. Larvas desconocidas.
<i>Ochotrichia</i>	20	-	-	Género americano. Ampla distribución, especialmente diversificado en N. de América del Sur y Am. Central.
<i>Orthotrichia</i>	1	-	-	Género holánico. Una sp. en Uruguay.
<i>Oxyethira</i>	48	4	14	Ampla distribución mundial y gran parte de América del Sur.
<i>Pamtrichia</i>	1	-	-	Una única especie en Uruguay. Larvas desconocidas.
<i>Rhyacopsyche</i>	7	-	1	N de la Argentina hasta México.
<i>Taraitrichia</i>	1	-	-	Única especie descrita de Venezuela. Larvas desconocidas.
<i>Tricholeptichia</i>	1	-	-	Ampla distribución mundial, en Am. del Sur sólo en Brasil.
<i>Zumatrichia</i>	3	-	-	Género diversificado en América Central.
SUBORDEN INTEGRIPALPIA				
LEPTOCERIDAE				
				Cosmopolita. En ambientes lénticos y lénticos.
<i>Achoropsyche</i>	1	-	1	Una única sp. de muy amplia distribución en América del Sur. Larvas desconocidas.
<i>Amphoropsyche</i>	11	-	-	Género de América del Sur.
<i>Amatallon</i>	14	-	-	Género de amplia distribución.
<i>Brachystodes</i>	10	10	4	Género exclusivo de SO Argentina y Chile.
<i>Grumichella</i>	4	-	2	Una sp. en Misiones, otra en Salta. 2 sp. en Brasil y Colombia.
<i>Hudsonema</i>	1	1	1	Exclusivo de Chile y Chile. Una única especie.
<i>Neotopsyche</i>	35	2	17	Muy diversificado y amplia distribución en América, algunas sp. muy abundantes.
<i>Neotrichioides</i>	1	-	-	Una única especie de Brasil. Larvas desconocidas.
<i>Notolina</i>	7	-	-	Género de Australia, Tasmania y América. Estadíos preimaginales de sp. sudamericanas desconocidos.
<i>Oreella</i>	16	-	5	Género cosmopolita.
<i>Triaxodes</i>	2	-	-	Género cosmopolita.
<i>Tripletides</i>	12	3	5	Género mundial.
LIMNETHIDAE				
				Cosmopolita. En América del Sur DISCOMOECINAE, Subf. de amplia distribución.
<i>Anomalocosmoecus</i>	4	-	1	Género andino desde NO de Argentina (Salta, Tucumán) hasta Colombia.
<i>Anisotracia</i>	1	-	1	Una única especie. En Jujuy (Argentina) y Bolivia.
<i>Austrocosmoecus</i>	1	1	1	Género exclusivo de Chile y Argentina (desde Neuquén hasta Tierra del Fuego).
<i>Atelocosmoecus</i>	1	1	-	Sólo en Chile.

<i>Menacanthus</i>	7	7	5	Género endémico del SO.
<i>Planconimicus</i>	1	1	1	Género endémico de Neuquén (Argentina) y Chile.
<i>Verger</i>	21	20	10	Género del SO con 20 especies cordilleranas, 1 especie en las sierras del SE de Br. As. y otra en la llanura pampeana.
<b>CALAMOCERATIDAE</b>				Cosmopolita. Frecuentemente en ambientes lóticos.
<i>Dasyallura</i>	9	-	3	Neotropical, desde NO Argentina hasta América Central.
<i>Phyllocus</i>	16	1	5	Américo, amplia distribución en Am. del Sur, desde C v SO Argentina hasta SO Estados Unidos.
<b>HELICOPSYCHIDAE</b>				Familia cosmopolita.
<i>Cachilopsycha</i>	4	-	3	Género neotropical, desde N Argentina hasta Centroamérica.
<i>Helicopsycha</i>	27	3	4	Amplia distribución mundial, especialmente tropical.
<b>ODONTOCERIDAE</b>				Familia cosmopolita.
<i>Dasycentrus</i>	6	-	-	Género con 6 especies exclusivas de Brasil.
<i>Marilia</i>	22	-	7	Género de amplia distribución mundial.
<b>SERICOSTOMATIDAE</b>				Familia cosmopolita.
<i>Grumicha</i>	1	-	1	Género con una sp. endémica del NO Argentina y SE Brasil.
<i>Myrichia</i>	1	1	1	Género endémico del SO. Una única especie conocida.
<i>Pseudosericotoma</i>	10	10	2	Género endémico del SO.
<i>Solidabiella</i>	3	3	-	Unicamente en Chile.
<b>ANOMALOPSYCHIDAE</b>				Exclusivamente americana (cordillerana).
<i>Anomalopsycha</i>	1	1	-	Una única especie en Chile.
<i>Centulina</i>	15	1	-	Género con 21 especies neotropicales, desde Chile a América Central y 1 especie en Brasil.
<b>HELICOPHIDAE</b>				Familia presente en Argentina, Chile, Australia y Nueva Zelandia.
<i>Allocentrellus</i>	2	2	-	Sólo en Chile. Larvas desconocidas.
<i>Austrocentrus</i>	3	3	1	Sólo 3 sp. argentino-chilenas.
<i>Esericotoma</i>	2	2	2	Género con 2 únicas especies argentino-chilenas.
<i>Microthrema</i>	5	5	-	Sólo en Chile. Larvas desconocidas.
<i>Pseudosericotoma</i>	1	1	-	Sólo en Chile. Larvas desconocidas.
<b>PHILORHETIDAE</b>				Familia exclusiva de SO Argentina, Chile y Australia.
<i>Myriopsycha</i>	2	2	1	Exclusivo del SO. Larvas no descritas.
<i>Psilopsycha</i>	3	3	2	Endémico del SO. Larvas no descritas.
<b>TASINIDAE</b>				Familia exclusiva de Chile y Australia.
<i>Charmadropsa</i>	1	1	-	Una única sp. sólo en Chile.
<i>Trichostepula</i>	1	1	-	Una única sp. sólo en Chile.
<b>KOKRIIDAE</b>				Familia presente en Chile y Australia.
<i>Pangulla</i>	1	1	-	Exclusivo de Chile. Una única sp. Larvas desconocidas.
<b>ATRIPECTIDAE</b>				Familia de Australia, Tasmánia, Seychelles y Am. del Sur.
<i>Neotriplectides</i>	1	-	-	Género recientemente descrito de Perú, Brasil, Bolivia y Ecuador.

Columna T: número total de especies en América del Sur.  
Columna SO: número de especies en SO Argentina y S de Chile.  
Columna A: número de especies en la República Argentina.

## capítulo 3

# PLECOPTERA

V. F. ROMERO

## INTRODUCCIÓN

Este pequeño orden de insectos acuáticos, de los cuales se han descrito en el mundo alrededor de 2.000 especies, está considerado dentro de los grupos más primitivos, de aspecto ortopteroide. Se distribuyen en todos los continentes excepto la Antártida, y desde el nivel del mar hasta los 5.600 m en el Himalaya (Theischinger, 1991). Se caracterizan por presentar sus estadios inmaduros (ninfas) totalmente acuáticos, y, con algunas excepciones ligados exclusivamente a los ambientes lóticos. En estos últimos se encuentran generalmente en aguas rápidas, turbulentas, frías y altamente oxigenadas, es por esta razón que se consideran excelentes bioindicadores de calidad de agua.

## MORFOLOGÍA: CARACTERÍSTICAS GENERALES

### Adultos

Presentan el cuerpo alargado, de longitud variada entre 4 y 50 mm.

Cabeza: prognata, con antenas largas y filiformes y mandíbulas reducidas. Ojos compuestos pequeños o medianos, 3 ocelos, a veces dos laterales, o ausentes en las formas ápteras.

Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos  
H. R. FERNÁNDEZ y E. DOMÍNGUEZ (Editores)

Serie: Investigaciones de la UNT. Subserie: Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de Tucumán



**Tórax:** segmentos torácicos con protórax bien desarrollado, ancho noto indiviso y pleuras poco diferenciadas, meso y metanoto similares entre sí, patas de tipo caminador, de longitud creciente hacia las posteriores, con tarsos de tres artejos, pretarso con dos uñas y arqlio y/o empodio. Alas membranosas amplias (raramente ausentes) anteriores largas y posteriores anchas con el lóbulo anal grande, que se repliega en reposo debajo del sector anterior a lo largo de un repliegue rectilíneo.

**Abdomen:** largo, casi siempre cilíndrico con 10 segmentos y vestigios del 11 y 12. Espiráculos presentes en los segmentos 1-8. En las hembras el gonoporo se encuentra en el esterno 8 o detrás de él, con los esternos 7, 8 y 9 usualmente modificados para formar la placa subgenital u ovipositor. El gonoporo masculino está ubicado por detrás del esterno 9, no presentan un órgano copulador apendicular pero han desarrollado una estructura secundaria formada por una cámara genital eversible junto con modificaciones del esterno 9, tergo 10, cercos y lóbulos anales. Segmento 10 presente como un anillo completo en las hembras, a veces incompleto en los machos (esterno membranoso). Los segmentos 11 y 12 están representados por paraprositos (lóbulos subanales), epiprocto (lóbulo supranal), y un par de cercos. Estos últimos junto con el esterno 9 y tergo 10 funcionan en los machos como un órgano copulador. Los cercos se articulan en el segmento 10, segmentados y largos, raramente cortos y más raramente no segmentados en los adultos.

#### LARVAS

Las ninfas son acuáticas, similares al adulto, a excepción del desarrollo de las alas y órganos genitales. Presentan el cuerpo alargado, subcilíndrico, a veces deprimido, de tamaño variado (5 a 60 mm) cuando están maduras. La cabeza presenta ojos desarrollados y ampliamente separados. Aparato bucal bien desarrollado en especial en las especies depredadoras. Tórax con patas terminadas en dos uñas y almohadillas alares desarrolladas en las larvas maduras. Las branquias en diferente número y morfología, se ubican a lo largo de todo el cuerpo (mentón, submentón, cuello, tórax, base de las patas, abdomen y región anal) según las distintas especies. Estas branquias pueden persistir como vestigios en el estado adulto, brindando caracteres diagnósticos útiles.

#### BIOLOGÍA y ECOLOGÍA

Dependiendo de las especies, los adultos pueden ser diurnos, crepusculares o nocturnos, algunos frecuentan estructuras elevadas y vegetación y muchos permanecen en la tierra o en las piedras cerca del agua. Aunque algunas especies restringen sus actividades a la proximidad de los cuerpos de agua, otras pueden volar lejos retomando

luego para depositar sus huevos. La longevidad varía entre las especies, desde pocas días hasta cinco semanas.

Los hábitos alimentarios son variados, los de vida corta prácticamente no se alimentan, algunos ingieren solamente líquidos mientras que otros son herbívoros, alimentándose de algas verdes, líquenes, raíces, tejidos vegetales, etc. (Theischinger, 1991).

La emergencia de los adultos tiene lugar casi todo el año y difiere entre las especies, dependiendo de la temperatura del agua, altitud y latitud. Los machos preceden a las hembras en la emergencia, la cópula tiene lugar en la vegetación o en las piedras cerca del agua. Los machos atraen o se comunican con las hembras golpeando el abdomen contra una superficie dura, denominándose a este proceso tamborileo o "drumming". Este tamborileo puede inducir un comportamiento similar en las hembras para conducir a la cópula, las hembras que no responden a esto rehusan copular. En algunas especies no se ha observado cortejo previo y se cree que los colores vivos de su cuerpo sirven de atracción para el otro sexo (Theischinger, 1991).

Las hembras llevan las masas de huevos en el extremo de su abdomen, antes de depositarlos en el agua. Para depositarlos las hembras caminan o vuelan sobre el agua introduciendo el extremo del abdomen en el agua o dejándolos caer desde el aire. Algunas especies pueden entrar al agua y depositar los huevos bajo piedras. Los huevos que presentan una cubierta pegajosa se adhieren a la cara inferior de las piedras y son depositados en masa, mientras que los que carecen de esta cubierta (algunas Gripopterygidae) se dejan caer en el sustrato (Zwick, 1980, 1981).

El desarrollo embrionario puede tomar desde pocas semanas hasta un año. Las larvas que emergen necesitan aguas frías y bien oxigenadas. El desarrollo de las ninfas comprende desde tres meses hasta varios años dependiendo de las especies, sexo y condiciones ambientales. Este proceso involucra 12 a 33 estadios requiriendo las especies grandes tres años y más de 12 estadios.

La dieta de las larvas también es variada así pueden ser: herbívoras, detritívoras o carnívoras, alimentándose de plantas acuáticas, algas o detritus o de otros insectos y pequeños animales. Las ninfas herbívoras por lo general son cilíndricas o robustas (Albariño y Balseiro, 1998), mientras que las carnívoras son aplanadas dorsoventralmente.

#### MÉTODOS PARTICULARES DE COLECTA

Los adultos se encuentran en las proximidades del agua y pueden ser capturados mediante red entomológica sobre piedras, puentes o vegetación. Como también son atraídos por la luz artificial durante la noche puede utilizarse para la captura trampas de luz y eventualmente trampas de emergencia.

Las ninfas se colectan levantando piedras en arroyos y torrentes, colocando una red aguas abajo para capturarlas cuando se desprenden.

Las ninfas son difíciles de criar en el laboratorio; una opción es capturar ninfas maduras y colocarlas en recipientes bien oxigenados (puede ser en el mismo río o en un acuario acondicionado adecuadamente) y cubiertos hasta que muden.

## ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO

En la actualidad se encuentran citados para América del Sur 47 géneros de este orden. De las 15 familias, solo encontramos 6 en América del Sur. Una de ellas es endémica (Diamphipnoidae) en Chile y la Argentina, tres son de distribución anfintética (Eustheniidae, Austroperlidae, Gripopterygidae), una es gondwánica (Notonemouridae) y una tiene distribución arctogeico-neotropical (Perlidae, subfamilia Acronetinae).

En la región Neotropical las dos familias que están más ampliamente distribuidas son:

- Gripopterygidae que pertenece a la fauna de montaña (oligoestenoterma) (Illies, 1969). Se extiende por la parte oeste de América del Sur desde el sur hasta Perú y probablemente Colombia (*Claudioperla*), y en el este la encontramos en las montañas del sur, sureste y centro de Brasil (*Grypopteryx*, *Paragrypopteryx* y *Tipiperla*) los trabajos de Illies (1963) y Froehlich (1969, 1990, 1993, 1994, 1998) son básicos para el conocimiento de esta familia.
- Perlidae: Esta familia, que incluye 10 géneros y aproximadamente 280 especies descritas (Stark, 2001) se encuentra distribuida por toda América del Sur y comprende formas tanto oligo como poliestenotermas. Para su estudio son fundamentales los trabajos Illies (1964 b), Zwick (1972 a, 1973), Stark (1989, 1991, 1995, 1996, 1998, 1999), Stark & Zwick (1989), Stark & Sivek (1998), Stark *et al.* (1999). También son útiles los trabajos de Froehlich, (1984 a, b y c, 1988, 1996) y Dorvillé & Froehlich (1997) para los géneros de Brasil.

Las restantes familias, Diamphipnoidae, Eustheniidae, Austroperlidae y Notonemouridae, que tienen una distribución más restringida en América del Sur (extremo sur) fueron ampliamente estudiadas, y son fundamentales los trabajos de Illies (1960 a y b; 1961 y 1964) y Zwick (1972 b y 1979).

## CARACTERIZACIÓN DE LOS GRUPOS MÁS IMPORTANTES

La clasificación que proponemos está de acuerdo con Zwick (1973) quien realiza un agrupamiento alternativo basado en el análisis cladístico evaluando una amplia gama de caracteres tanto ninfales como de adultos. En ella, encontramos la propuesta de un ordenamiento en dos subórdenes: Antartoperlaria (Eustheniidae, Diamphipnoidae, Austroperlidae, Gripopterygidae) y Arctoperlaria (Perlidae, Notonemouridae) ambos representados en América del Sur.

### Familia Eustheniidae

Esta familia se encuentra representada en Chile, Nueva Zelanda y Australia.

En esta familia casi todas las tendencias evolutivas del orden aparecen en sus estados arcaicos y parecería representar el prototipo de organización de los Plecoptera:

- Son de gran tamaño y colores vivos (verde, rosa, rojizo etc.).
- Los adultos presentan remanentes de branquias laterales abdominales.
- Cabeza holoanata (submentón muy largo).
- Alas con contorno convexo, sin escotadura.
- En una subfamilia (Thaumatoperlinae) el área costal de las alas presenta un verdadero arquediction.
- Las larvas presentan cinco pares de branquias tubulares.

### Familia Diamphipnoidae

Endémica en Chile y la Argentina.

Esta familia presenta más caracteres apomórficos que la anterior.

- Cabeza corta con submentón ancho.
- Alas posteriores con una escotadura en el extremo distal de  $Cu_2$  y  $A_1$ , que constituye un aspecto significativo en los restantes plecópteros.
- Las larvas tienen solo branquias en los primeros cuatro segmentos abdominales.
- El segundo ganglio abdominal se une al metatorácico.

### Familia Austroperlidae (= Penturoperlidae)

Es una familia pequeña confinada a Australia, Nueva Zelanda y América del Sur. Son con Eustheniidae las familias más arcaicas del suborden.

- Presenta numerosas venas transversas.
- Persistencia de rudimentos del tergito XI y del *filum terminale* también puede considerarse plesiomórfico.
- Presenta caracteres apomórficos, como la respiración larval por medio de 5 a 7 tubos articulados en el extremo del abdomen.

### Familia Gripopterygidae

Según Zwick, esta familia también presenta una mezcla de caracteres plesiomórficos como:

- Abundantes venas transversas (que están reducidas en algunos géneros, carácter apomórfico).
- También los cercos son largos con muchos segmentos, pero se reducen en algunos géneros.
- Los machos de algunos géneros retienen el tergito XI y un pequeño rudimento del *filum terminale* - Todas las larvas muestran un penacho de branquias en el extremo del abdomen (excepto un género que carece de branquias), que puede ser considerada como un carácter apomórfico.

### Familia Notonemouridae

Considerada derivada de un linaje exclusivamente holártico y actualmente presente en Australia, Nueva Zelanda, África del Sur, Madagascar y América del Sur. Algunos miembros de esta familia se consideran antecesores de los Nemourinae

- Son formas pequeñas (5 a 12 mm de longitud).
- Alas sin arquediction.
- Epiprocto pequeño.
- Presencia de aparato copulador.

### Familia Perlidae

Es una de las familias de más amplia distribución en América del Sur y tiene aspectos sorprendentes ya que convergen en ella caracteres plesiomórficos como:

- La presencia de branquias torácicas que la colocan cerca del eje plesiomórfico. Pero por otro lado aparecen caracteres especializados como por ejemplo:
- El lóbulo supranal (epiprocto) de los machos ha perdido toda función o ha desaparecido.
- El segundo ganglio abdominal se fusiona junto con los del tórax.
- Las glosas se vuelven redondeadas y globulares.

### CLAVES DISPONIBLES

La clave más utilizada en América del Sur hasta el presente para las familias y géneros (adultos y ninfas) de este orden es la de Benedetto (1974). Otra clave desarrollada para ninfas y adultos la encontramos en Bachmann (1995). Claves especiales para especies del género *Anacronetia* (adultos) han sido desarrolladas por Stark (1995, 1998) Stark & Sivek (1998) y Stark *et al.* (1998) de Venezuela, Perú, Bolivia y Colombia. También podemos citar a Stark (2001) que incluye una clave para los distintos géneros

de Perlidae (adultos y ninfas) de la región Neotropical. Una clave para identificar ninfas de tres géneros (*Anacronetia*, *Kempnyia* y *Macrogynoplax*) de Brasil la encontramos en Froehlich (1984 c). Las figuras utilizadas en la clave se tomaron de Illies, 1960 a y b; 1961; 1963 y 1964a; Froehlich, 1969; 1984 y 1998.

### Clave para la identificación de familias y géneros de ninfas de Plecoptera

1a-	Sin órganos respiratorios especializados (traqueobranquias) .....		
	..... <b>Notonemouridae</b> .....	2	
1b-	Con traqueobranquias (excepto el género <i>Notoperla</i> ) .....	5	
2a-	Cuerpo y apéndices con setas largas .....	3	
2b-	Cuerpo y apéndices con setas cortas, este último carácter ausente en algunos géneros .....	4	
3a-	Cuerpo y apéndices cubiertos por pelos largos y delgados. Antenas y cercos largos (Fig. 1) .....	<i>Austronemoura</i> Aubert 1960	
3b-	Cuerpo, especialmente el pronoto y el borde posterior de los últimos cinco segmentos abdominales cubiertos con cerdas fuertes oscuras y erguidas. Antenas y cercos cortos (Fig. 2) .....	<i>Udamocercia</i> Enderlein 1909	
4a-	Coxas protorácicas separadas (Fig. 3). Segmento apical del palpo maxilar corto y casi esférico (Fig. 4, 5) .....	<i>Neofulla</i> Claassen 1936	
4b-	Coxas protorácicas contiguas (Fig. 6). Segmento apical del palpo maxilar más largo que ancho (Fig. 7, 8) .....	<i>Neonemoura</i> Navás 1919	
5a-	Traqueobranquias presentes en el tórax, branquias anales presentes o ausentes .....	<b>Perlidae</b> (solo <i>Acroneuriinae</i> ) .....	6
5b-	Traqueobranquias abdominales, o sin traqueobranquias .....		12
6a-	Branquias anales ausentes .....		7
6b-	Branquias anales presentes .....		9
7a-	Branquias supracoxales en el mesotórax ausentes (Fig. 9) .....	<i>Anacronetia</i> Klapálek 1909	
7b-	Branquias supracoxales en el meso y metatórax (Fig. 10) .....		8
8a-	Branquias ubicadas en el margen anterior del meso y metatórax con tronco triple .....	<i>Pictoperla</i> Illies 1964	
8b-	Branquias ubicadas en el margen anterior del meso y metatórax con tronco doble .....	<i>Kempnyia</i> Illies 1964	
9a-	Con 2 ocelos .....		10
9b-	Con 3 ocelos, algunas veces con el ocelo central reducido o casi ausente ..		11
10a-	Primer par de patas de tipo raptor (fémur ensanchado y tibia curva) (Fig. 11) .....		
	Borde posterior del pronoto ampliamente desarrollado .....	<i>Macrogynoplax</i> Enderlein 1909	

10b-	Primer par de patas similar a las demás	<i>Inconeuria</i> Klapálek 1916	
11a-	Ocelos pequeños y muy separados, cercos sin una orla de setas nadadoras	<i>Enderleina</i> Jewett 1960	
11b-	Ocelos normales, orla de setas nadadoras presentes en los segmentos basales de los cercos	<i>Kempnyella</i> Illies 1964	
12a-	Traqueobranquias en los primeros segmentos abdominales		13
12b-	Traqueobranquias solo en el extremo del abdomen, o respiración cutánea		16
13a-	Cinco o seis pares de traqueobranquias tubulares, de posición látero posterior en los primeros cinco o seis segmentos abdominales	<i>Eustheniidae</i>	14
13b-	Cuatro pares de traqueobranquias con el aspecto de pinceles anchos ubicados en la región pleural de los primeros cuatro segmentos abdominales	<i>Diamphipnokie</i>	15
14a-	Con seis pares de traqueobranquias tubulares (Fig. 12)	<i>Neuperlopsis</i> Illies	1960
14b-	Con cinco pares de traqueobranquias tubulares (Fig. 13)	<i>Neuperla</i> Illies 1960	
15a-	Patas y cercos largos con una ancha orla de largas setas (Fig. 14), gálea con rádula e hipofaringe con espinas (Figs. 15 y 16)	<i>Diamphipnon</i> Gerstaecker 1873	
15b-	Patas y cercos cortos sin orla pilosa (Fig. 17), gálea sin rádula, hipofaringe con setas (Figs. 18 y 19)	<i>Diamphipnopsis</i> Illies 1960	
16a-	Cercos y paraproctos con prolongaciones membranosas y segmentadas que sirven como traqueobranquias, una tercera traqueobranquia ( <i>Filum terminale</i> ) se encuentra inserta en la región membranosa entre el tergito 10 y el ano, algo más arriba del epiprocto	<i>Austroperlidae</i>	17
16b-	Numerosas traqueobranquias filiformes insertas en la región membranosa existente entre el borde posterior del 10º tergito y el ano (o respiración cutánea)	<i>Gripopterygidae</i>	18
17a-	El cuarto segmento de los palpos maxilares es casi tan largo como el tercero (Fig. 20). Pterotecas poco desarrolladas o inexistentes (Fig. 21)	<i>Klapopteryx</i> Navás 1928	
17b-	El cuarto segmento de los palpos maxilares es más corto que el tercero (Fig. 22). Pterotecas muy desarrolladas (Fig. 23)	<i>Penturoperla</i> Illies 1960	
18a-	Con tres ocelos y generalmente con pterotecas		19
18b-	Sin ocelos y sin pterotecas		34
19a-	Sin traqueobranquias anales, esternos abdominales II a IV membranosos utilizados para la respiración (Fig. 24)	<i>Notoperla</i> Enderlein 1909	
19b-	Con traqueobranquias anales, segmentos abdominales sin esterno membranoso		20

20a-	Con cercos largos (más de 20 segmentos)		21
20b-	Con cercos cortos (menos de 20 segmentos)		31
21a-	Con prolongaciones cónicas espiniformes en el tórax y/o abdomen		22
21b-	Sin estas estructuras		23
22a-	Tórax y abdomen con prolongaciones cónicas espiniformes (Fig. 25), la espina dorsal del último segmento se encuentra más desarrollada que las demás (Fig. 26)	<i>Gripopteryx</i> Pictet 1841	
22b-	Tórax sin espinas (Fig. 27), abdomen con una línea dorsal de pequeñas prolongaciones espiniformes con un mayor desarrollo de la ubicada en el último segmento (Fig. 28)	<i>Senzilloides</i> Illies 1963	
23a-	Forma alargada y delgada (Fig. 29) con una espina ventral en el extremo distal de los fémures	<i>Tipiperla</i> Froehlich 1964	
23b-	Formas variadas con fémures sin esta característica		24
24a-	Forma robusta (Fig. 30) con una fila dorsal de largas setas en el fémur y tibia	<i>Paragripopteryx</i> Enderlein 1909	
24b-	Forma por lo general delgada, fémures con otras características		25
25a-	Palpos maxilares con el 4º y 5º artejos fusionados (tetrameros) (Fig. 31 y 32)	<i>Claudioperla</i> Illies 1963	
25b-	Palpos maxilares sin esta característica (pentameros)		26
26a-	Cuerpo con fuerte pilosidad especialmente en cercos y patas		27
26b-	Pilosidad reducida, especialmente en patas y cercos		29
27a-	Formas robustas, con pilosidad principalmente en patas y cercos (Fig. 33)	<i>Notoperlopsis</i> Illies 1963	
27b-	Forma esbelta		28
28a-	Con fuerte pilosidad en todo el cuerpo (Fig. 35)	<i>Potamoperla</i> Illies 1963	
28b-	Con hileras de setas cortas en los bordes del pronoto, borde anterior del mesonoto y borde posterior de todos los segmentos abdominales y porción basal de las antenas (Fig. 36)	<i>Chilenoperla</i> Illies 1963	
29a-	Color pardo, con pterotecas expandidas a los lados y branquias anales llamativamente grandes (Fig. 37)	<i>Aubertioperla</i> Illies 1963	
29b-	Forma delgada, poco pigmentada, con branquias anales no muy grandes		30
30a-	Poco pigmentadas, palpo maxilar con el tercer y quinto segmento del mismo tamaño o casi, el cuarto reducido (Fig. 38 y 39)	<i>Limnoperla</i> Illies 1963	
30b-	Coloración más oscura, palpo maxilar no como en el caso anterior		
31a-	Pronoto con prolongaciones dorsales (en forma de cuernos), segmentos abdominales con prolongaciones espiniformes dorsales	<i>Rhithroperla</i> Illies 1963	
31b-	Pronoto de forma cuadrangular y segmentos abdominales sin prolongaciones		32
			33

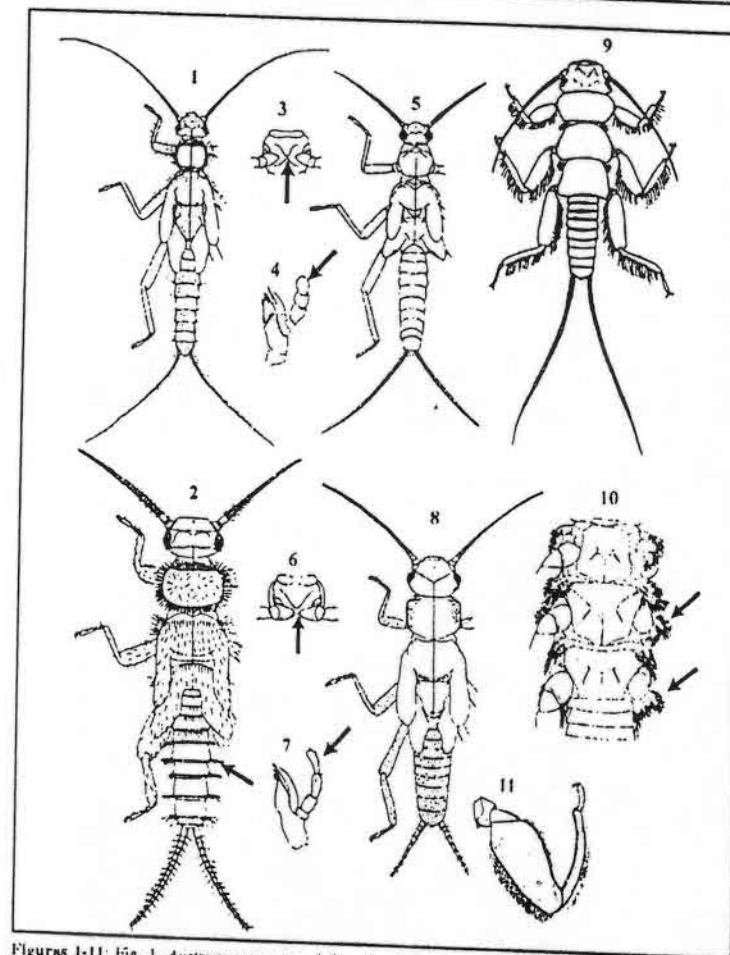


- 32a- Prolongaciones dorsales de los segmentos abdominales grandes (Fig. 40), cercos muy cortos, no sobrepasan a las traqueobranquias anales, y con robustos ganchos en el extremo del abdomen (Fig. 41) ..... *Araucanioperla* Illies 1963
- 32b- Las prolongaciones dorsales de los segmentos abdominales son conspicuas (Fig. 42), los cercos sobrepasan las traqueobranquias anales ..... *Ceratoperla* Illies 1963
- 33a- Forma delgada, pronoto con bordes algo elevados, cercos no muy cortos, sin cubierta de setas (Fig. 43) ..... *Antarctoperla* Enderlein 1905
- 33b- Cuerpo más ancho, cercos muy cortos, con el cuerpo cubierto por setas rígidas (Fig. 44) ..... *Pelurgoperla* Illies 1963
- 34a- Con ojos compuestos grandes (Fig. 45), palpos maxilares delgados con el tercer segmento más largo que los demás (Fig. 46) ..... *Andiperla* Aubert 1956
- 34b- Con ojos compuestos pequeños ..... 35
- 35a- Palpos maxilares cortos y gruesos, con segmentos de longitud similar (Fig. 47), cuerpo aproximadamente 20 mm de longitud con cercos cortos (Fig. 48) ..... *Megandiperla* Illies 1960
- 35b- Palpos maxilares con el tercer y quinto segmentos más largos que los demás (Fig. 49), con cercos más largos (Fig. 50) ..... *Andiperlodes* Illies 1963

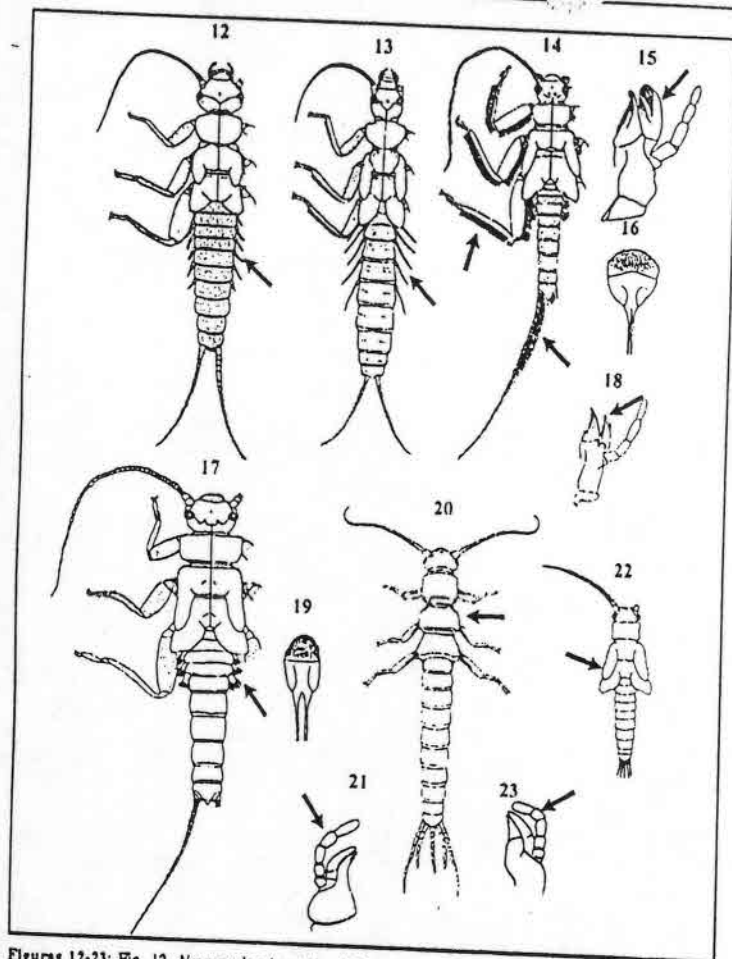
# BIBLIOGRAFÍA

- Albariño, R.J. y E. Balseiro. 1998. Larval size and leaf conditioning in the Breakdown of *Nothofagus pumilio* leaves by *Klapopteryx kuscheli* (Insecta, Plecoptera) in a south andean stream. *Internat. Rev. Hydrobiol.*, 83 (5-6): 397-404.
- Bachmann, A. O. 1995. Insecta Plecoptera. pp. 1093-1111. En E. Lopretto y G. Tell (eds.): Ecosistemas de Aguas Continentales, metodologías para su estudio. Tomo III. Ediciones Sur, La Plata, Argentina.
- Baumann, R.W. 1987. Order Plecoptera. pp. 186-196. En Steir F.W. (ed.): *Immature Insects*. Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuque, Iowa. 754 pp.
- Benedetto, L. 1974. Clave para la determinación de los Plecópteros sudamericanos. *Stud. Neotrop. Fauna Environ.* 9:141-170.
- Dorville, F.E.M. and C.O. Froehlich. 1997. *Kempnyia tijucana* sp. n. From Southeastern Brazil (Plecoptera, Perlidae). *Aquatic Insects* 19: 177-181.
- Froehlich, C.G. 1969. Studies on Brazilian Plecoptera 1: some Gripopterygidae from the Biological Station at Paranaipicaba, State of São Paulo. *Beitr. Neotrop. Fauna* 6: 17-39.
- Froehlich, C.G. 1984 a. Brazilian Plecoptera 2. Species of the serrana-group of *Kempnyia* (Perlidae). *Aquatic Insects* 6:137-147.
- Froehlich, C.G. 1984 b. Brazilian Plecoptera 3. *Macrogynoplax veneranda* sp. N. (Perlidae: Acanthurinae). *Annls. Limnol.* 20 (1-2): 39-42.
- Froehlich, C.G. 1984 c. Brazilian Plecoptera 4. Nymphs of perlid genera from south-eastern Brazil. *Annls. Limnol.* 20 (1-2): 43-48.
- Froehlich, C.G. 1988. Brazilian Plecoptera 5. Old and New Species of *Kempnyia* (Perlidae). *Aquatic Insects*, Vol. 10 (3): 153-170.
- Froehlich, C.O. 1990. Brazilian Plecoptera 6. *Grypopteryx* from Campus do Jordão, State of São Paulo (Grypopterygidae). *Stud. Neotrop. Fauna Environ.* 25 (4): 235-247.
- Froehlich, C.G. 1993. Brazilian Plecoptera 7. Old and new species of *Grypopteryx* (Grypopterygidae). *Aquatic Insects* 15 (1): 21-38.
- Froehlich, C.G. 1994. Brazilian Plecoptera 8. On *Paragrypopteryx* (Grypopterygidae). *Aquatic Insects* 16 (4): 227-239.
- Froehlich, C.G. 1996. Two new species of *Kempnyia* from southern Brazil (Plecoptera: Perlidae). *Mitt. Sch. Ent. Ges.* 69: 117-120.
- Froehlich, C.G. 1998. Seven new species of *Tupiperla* (Plecoptera: Gripopterygidae) from Brazil, with a revision of the genus. *Stud. Neotrop. Fauna Environ.* 33: 19-36.
- Illies, J. 1960 a. Penturoperlidae, eine neue Plecopterenfamilie. *Zool. Anz.* 164: 26-41.
- Illies, J. 1960 b. Archiperlaria, eine neue Unterordnung der plecopteren (Revision der familien Eustheniidae und Diamphinoidae). *Beitr. z. Ent.* 10 (7/8): 661-697.
- Illies, J. 1961. Südamerikanische Notonemourinae und die Stellung der Unterfamilie im System der Plecopteren. *Mitt. Sch. Ent. Ges.* 34: 97-125.
- Illies, J. 1963. Revision der südamerikanischen Gripopterygidae (Plecoptera). *Mitt. Sch. Ent. Ges.* 36: 145-248.
- Illies, J. 1964 a. Die Plecopteren-Unterfamilie Andiperlinae. *Zool. Anz.* 172: 37-48.
- Illies, J. 1964 b. Südamerikanischen Perlidae (Plecoptera), besonders aus Chile und Argentinien. *Beitr. Neotrop. Fauna* 3: 207-233.
- Illies, J. 1969. Biogeography and ecology of neotropical freshwater insects, especially those from running waters. pp. 685-708. In: E.J. Fittkau J. Illies, H. Klinge, G.H. Schwabe, H. Sioli (eds.) *Biogeography and Ecology in South America*, vol 2. Dr. W. Junk N.Y. Publ. the Hague. Vol. (2). 946 pp.
- Stark, B. P. 1991. Redescription of *Klapalekia augustibraueri* (Klapálek) (Plecoptera: Perlidae). *Aquatic Insects* 13: 189-192.

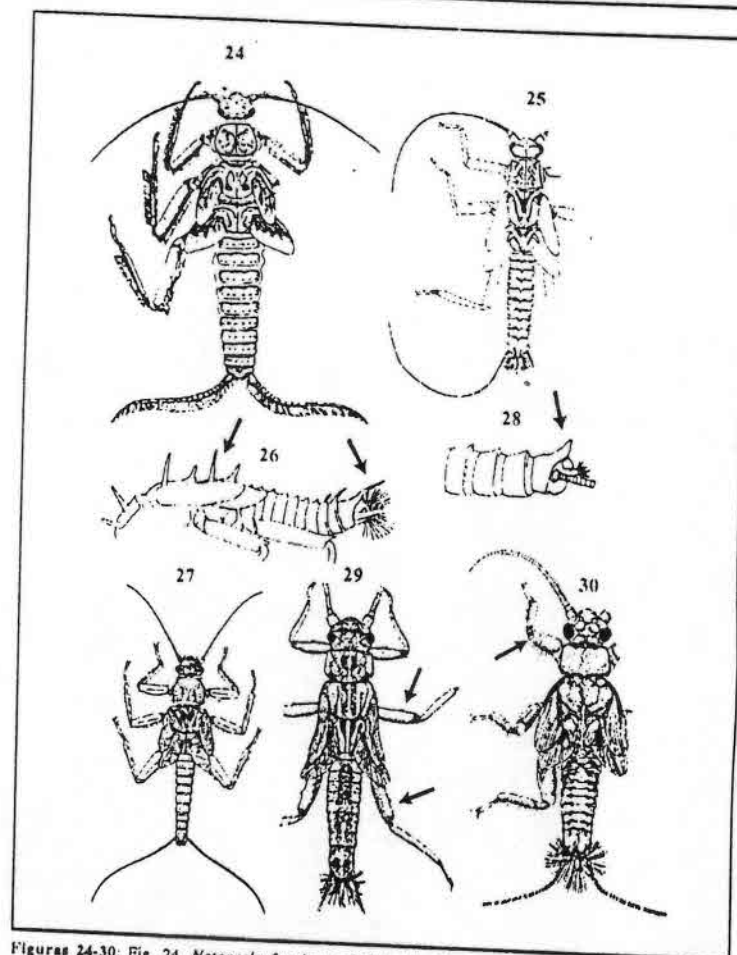
- Stark, B. P. 1995. New species and records of *Anacronetia* (Klapálek) from Venezuela. *Spixiana* 18: 211-249.
- Stark, B. P. 1996. New species of *Macrogynoplax* (Insecta: Plecoptera: Perlidae) from Peru and Guyana. *Proc. Biol. Soc. Wash.* 109(2): 318-325.
- Stark, B. P. 1998. The *Anacronetia* of Costa Rica and Panamá (Insecta: Plecoptera: Perlidae). *Proc. Biol. Soc. Wash.* 111 (3): 551-603.
- Stark, B. P. 2001. A synopsis of Neotropical Perlidae (Plecoptera). pp. 405-422. En E. Domínguez (ed.), *Trends in Research in Ephemeroptera and Plecoptera*. Kluwer Academic/ Plenum Publisher, N. York. 476 pp.
- Stark, B. P. and I. Sivek. 1998. *Anacronetia* of Peru and Bolivia (Plecoptera: Perlidae). *Scopelia* 40: 1-64.
- Stark, B. P. M. Zúñiga, A. Rojas, M. Baena. 1999. Colombian *Anacronetia* descriptions of new and old species (Insecta: Plecoptera: Perlidae). *Spixiana* 22 (1): 13-46.
- Theischinger, G. 1991. Plecoptera (Stoneflies). pp. 311-319. En C.S.I.R.O. (eds). *The insects of Australia*, vol. 1. Cornell University Press, Ithaca. 542 pp.
- Zwick, P. 1972 a. Die Plecopteren Pletlets und Bermeisters, mit Angaben über weitere Arten (Insecta). *Rev. Suisse Zool.* 78: 1123-1194.
- Zwick, P. 1972 b. On *Neonemoura illiesi* nov. spec. and some other stoneflies from Chile (ins. Plecoptera). *Stud. Neotrop. Fauna Environ.* (7): 95-100.
- Zwick, P. 1973. *Insecta. Plecoptera. Phylogenetisches System und Katalog* (Das Tierreich 94). Wale Gruyter 6 Co. Berlin. 487 pp.
- Zwick, P. 1979. Revision of the Stonefly Family Eustheniidae (Plecoptera) with emphasis on the fauna of the Australian region. *Aquatic Insect* (1): 77-50.
- Zwick, P. 1980. Notes on Plecoptera (1) (*Afroperlodes lecerfi*, *Anacronetia schmidti*). *Aquatic Insects* 2: 82-90.
- Zwick, P. 1981. The 7<sup>th</sup> International Symposium on Plecoptera. *Aquatic Insects* 2: 248.



Figs. 1-11: Fig. 1, *Austronemoura* sp., ninf, vista dorsal (v. d.); Fig. 2, *Udamocercia* sp., ninf (v. d.); Figs. 3-5, *Neofulla* sp., ninf; 3.v. ventral (v. v.) proxoax; 4. maxilla dextra (max.d.); 5. v. d.; Figs. 6-8, *Neonemoura* sp., ninf; 6.v.v. proxoax; 7. Mx. d.; 8. v. d.; Fig. 9, *Anacronetia* sp., ninf (v.d.); Fig. 10, *Kempnyia* sp., ninf, v.v. torax; Fig. 11, *Macrogynoplax* sp., ninf, pata pretorácica.

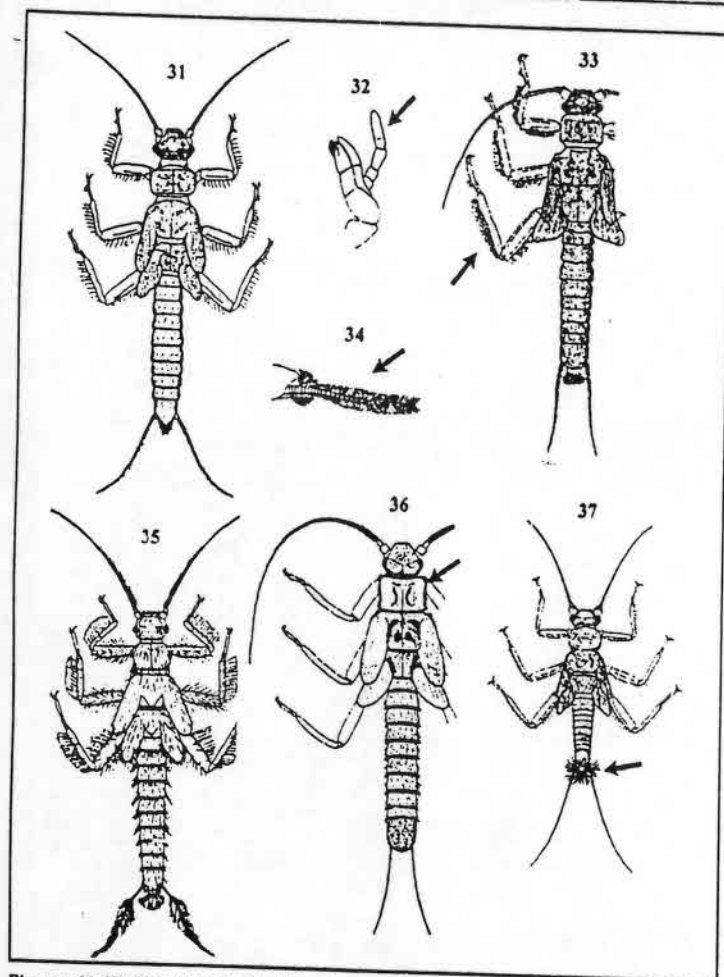


Figuras 12-23: Fig. 12, *Neuroperlopsis patris*, ninfa (v.d.); Fig. 13, *Neuroperla schedingi*, ninfa (v.d.); Figs. 14-16, *Diamphipnoa annulata*, ninfa; 14. v.d.; 15. Mx. d.; 16. hipofaringe; Figs. 17-19, *Diamphipnoa samali*, ninfa; 17. v.d.; 18. mx. d.; 19. hipofaringe; Figs. 20-21, *Klapopteryx bariloensis*, ninfa; 20. v.d.; 21. mx. d.; Figs. 22-23, *Pentuoperla barbata*, ninfa; 22. v.d.; 23. mx. d.

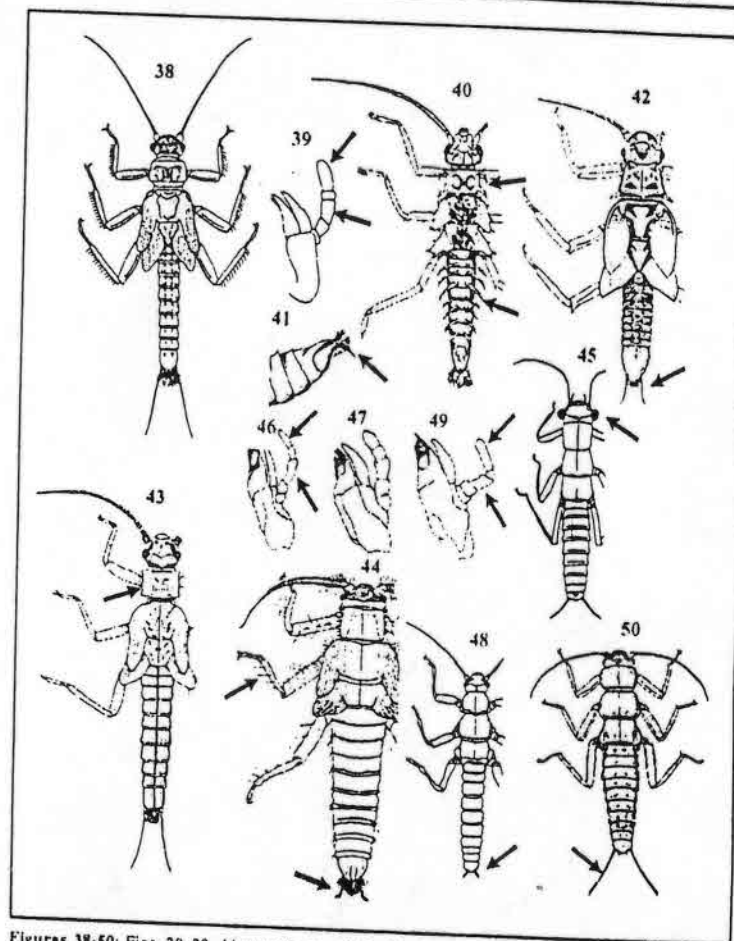


Figuras 24-30: Fig. 24, *Notoperla fuegiana*, ninfa (v.d.); Figs. 25-26, *Gryptopteryx* sp., ninfa; 25. v.d.; 26. v.l.; Figs. 27-28, *Senzilloides pangulpulli*, ninfa; 27. v.d.; 28. extremo posterior del abdomen (v.l.); Fig. 29, *Tupiperla gracilis*, ninfa (v.d.); Fig. 30, *Paragryptopteryx klapaleki*, ninfa (v.d.).





Figuras 31-37: Figs. 31-32, *Claudioperla tigrina*, ninfa; 31. v.d.; 32. mx. d.; Figs. 33-34, *Notoperlopsis* sp., ninfa; 33. v.d.; 34. cercos (v.l.); Fig. 35, *Potamoperla* sp., ninfa (v.d.); Fig. 36, *Chilenoperla* sp., ninfa (v.d.); Fig. 37, *Aubertoperla* sp., ninfa (v.d.).



Figuras 38-50: Figs. 38-39, *Limnoperla* sp., ninfa; 38. v.d.; 39. mx. d.; Figs. 40-41, *Araucanioperla* sp., ninfa; 40. v. d.; 41. extremo posterior del abdomen (v.l.); Fig. 42, *Ceratoperla* sp., ninfa (v.d.); Fig. 43, *Anarctoperla* sp., ninfa (v.d.); Fig. 44, *Pelurgoperla* sp., ninfa (v.d.); Figs. 45-46, *Andiperla* sp., ninfa; 45. v.d.; 46. mx. d.; Figs. 47-48, *Megandiperla* sp., ninfa; 47. mx. d.; 48. v.d.; Figs. 49-50, *Andinoperla* sp., ninfa; 49. mx. d.; 50. v. d. ninfa.

## capítulo 4

# MEGALOPTERA

V. F. ROMERO

### INTRODUCCIÓN

El orden Megaloptera es uno de los miembros más primitivos del grupo de insectos holometábolos. Considerado el grupo hermano de Raphidioptera, sus alas prácticamente duplican los patrones de las especies fósiles. Se caracterizan por su gran tamaño y por presentar uno de sus estadios inmaduros acuático (larva), tanto en ambientes lóticos como lénticos de áreas tropicales y templadas, mientras que los restantes (huevos, pupas y adultos) son terrestres.

En la región Neotropical encontramos dos familias: Sialidae con el género *Sialis* Latreille 1902 y Corydalidae con dos subfamilias, Corydalinae con tres géneros: *Platyneuronius* Weele 1909 confinado a América Central, mientras que *Chlorania* Banks 1908 y *Corydalis* Latreille 1802 se encuentran ampliamente distribuidos en América del Sur. El primer género fue revisado sucesivamente por Penny y Flint (1982), Flint (1991) y Contreras-Ramos (1995); mientras que la revisión de *Corydalis* la realizó Contreras-Ramos (1998).

La otra subfamilia, Chauliodinae, con una distribución limitada a la región Neotropical, presenta cinco géneros: *Neohermes* Banks 1908 y *Nigronia* Banks 1908 restringidos a

---

Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos

H. R. FERNÁNDEZ y E. DOMÍNGUEZ (Editores)

Serie: Investigaciones de la UNT. Subserie: Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de Tucumán

América Central, mientras que los tres restantes se encuentran en la región chilena: *Nothochauliodes* Weele 1909, *Archichauliodes* Weele 1909, y *Protochauliodes* Weele 1909. Las especies de la región Chilena de estos dos últimos géneros fueron revisadas recientemente por Flint (1973).

## MORFOLOGÍA: CARACTERÍSTICAS GENERALES

### Adultos

Incluye numerosas especies cuyo tamaño varía desde pequeñas (< 20 mm) a grandes (hasta 90 mm) (Fig. 1). Presentan la cabeza aplanada y amplia con patrones de coloración distintivos o monocromática, ojos compuestos grandes, ocelos presentes o ausentes, sector postocular desarrollado que presenta caracteres de valor taxonómico (Fig. 2); aparato bucal de tipo masticador con mandíbulas bien desarrolladas frecuentemente más en los machos, antenas delgadas y multisegmentadas (35 a 75 segmentos) muy largas en algunos géneros. El tórax presenta el protórax con el noto bien desarrollado, meso y metanoto similares; las patas están bien desarrolladas, las alas son membranosas y desiguales (Fig. 1), las anteriores son elípticas mientras que las posteriores presentan un área anal expandida y plegable, la venación es de tipo primitivo con numerosas venas transversas. El abdomen es blando y flexible con espiráculos en los segmentos 1-8, el tergo 9 de los machos cubre a los siguientes y se encuentra levemente esclerotizado, a él se articulan las placas laterales (gonocoxito y gonostilo), el esterno se modifica en una placa subgenital, el tergo 10 forma los claspers mientras que el esterno 10 forma el aedeagus. En las hembras el esterno 8 se modifica en una placa subgenital.

### Larvas

Son acuáticas, alargadas, moderadamente aplanadas, de gran tamaño, midiendo entre 25 y 70 mm cuando están maduras. Presentan una cabeza prognata bien desarrollada con patrones de coloración distintivos o monocromática (Figs. 3 y 4), con mandíbulas fuertes con cúspides bien desarrolladas, ojos simples (stemmata) en número variado y separados, antenas de 4 a 5 segmentos. Tórax con protórax grande y esclerotizado y patrones de coloración marcados en algunos géneros, meso y metatórax subiguales con patas bien desarrolladas con tarsos no segmentados que terminan en dos uñas. En Sialidae, los segmentos abdominales 1-7 presentan filamentos laterales (branquias traqueales); en el segmento 10 encontramos un solo filamento mediano (Fig. 5). En Corydalidae, los filamentos laterales se encuentran en los segmentos 1-8, en la subfamilia Corydalinae presentan un mechón (tuft) de branquias accesorias en la base

los siete primeros (Fig. 6), ausente en Chaulioidinae (Fig. 7). En ambas subfamilias el segmento 10 termina en un par de falsas patas con un filamento lateral cada una y fuertes ganchos. Los espiráculos se encuentran presentes en los segmentos 1-8.

### Pupa

Es activa, con apéndices libres no soldados al cuerpo (exarate). La cabeza es similar a la de la larva pero con un mayor desarrollo de las antenas y con ojos compuestos, con mandíbulas bien desarrolladas y dirigidas hacia adelante.

## BIOLOGÍA y ECOLOGÍA

Los adultos se encuentran generalmente en las proximidades de los cuerpos de agua, emergen preferentemente en la época cálida (primavera-verano), viven brevemente (entre 8 días y una semana) y prácticamente no se alimentan (Contrens-Ramos, 1999). Durante el día se encuentran sobre piedras, ramas o troncos con sus alas plegadas sobre el abdomen, la mayoría de las especies incrementan su actividad a partir del crepúsculo, pero son malos voladores (Theischinger, 1991). El comportamiento de cortejo y cópula se conoce mejor en Sialidae que en Corydalidae. Varios estudios indican que la cópula ocurre sobre la vegetación cerca del agua. Ambos sexos se comunican por señales vibratorias verticales del abdomen que les permite el reconocimiento mutuo a las especies (New & Theischinger, 1993). Los machos maduros atraen a las hembras secretando una sustancia con fuerte olor de un par de glándulas eversibles ubicadas entre el octavo y el noveno segmento abdominal (Evans, 1972).

En *Corydalus* el macho corteja a la hembra tocándole las antenas y realizando movimientos con las alas. La cópula ocurre sobre una superficie vertical y dura menos de un minuto. Las hembras requieren de algunos días para madurar y producir huevos, oviponen solo dos o tres masas de huevos a comienzos del verano, de una sola capa en Sialidae y varias (hasta cinco) en Corydalidae (Evans & Neuzing, 1996) sobre rocas, troncos de árboles, hojas y otros sustratos adyacentes a los cuerpos de agua. Cada una de estas, contiene de 1.000 a 3.000 huevos y está cubierta por un material protector brillante de color blanco secretado por una glándula ubicada en el extremo del abdomen de la hembra (Brown & Fitzpatrick, 1978). Los huevos eclosionan luego de 13 días y la larva emerge del huevo cortándolo (Evans, 1972), luego cae o camina al agua y atraviesa 10 a 12 estadios larvales durante dos (regiones cálidas) o de tres a cinco años (regiones frías).

Las larvas se encuentran en hábitats lénticos (Sialidae) como ser sedimentos de lagos o remansos en los ríos, o lóticos (Corydalidae) como rápidos de ríos montañosos a grandes ríos, pero también se pueden encontrar en hábitats inusuales como huecos de árboles o ocultas en los primeros estadios en el sustrato de ríos intermitentes. Se

alimentan de una amplia variedad de pequeños animales acuáticos incluyendo otras larvas de insectos.

Para empupar nadan fuera del agua y construyen en las proximidades una especie de cámara a una profundidad de 1 a 10 cm bajo el sustrato, o también pueden hacerlo bajo piedras u hojarasca. Presentan un estado prepupal que dura entre pocos días y varias semanas, seguido por un estado pupal verdadero; entre las especies que viven en ríos intermitentes, este estado está sincronizado con los períodos de sequía. La pupa es quiescente, pero en algunas circunstancias se puede volver activa, especialmente cuando se siente atacada. La duración del estado pupal es variada, generalmente de 8-24 días en Corydalidae. Antes de la emergencia, el adulto sale de la cámara y requiere de 20 a 60 minutos para secarse.

#### IMPORTANCIA ECONÓMICA

Las larvas de ambos grupos son predatoras, alimentándose de otros insectos u ocasionalmente de peces pequeños, constituyendo por lo tanto un importante componente de la cadena trófica en los ambientes acuáticos. Un aspecto interesante de estas, es su utilidad como carnada para los peces en algunos lugares (Estados Unidos y Australia). En Japón se utilizan las larvas secas de *Protohermes grandis* como un remedio para las irritaciones infantiles conocidas como "magotaro mushi".

#### COLECCIÓN DE ADULTOS Y OBTENCIÓN DE LARVAS

Los adultos se capturan con trampa de luz en las proximidades de los cuerpos de agua. Las larvas en cambio se colectan perturbando el sustrato ya sea levantando piedras, paquetes de hojas o vegetación marginal en zonas de rápidos o cerca de las márgenes de los ríos de montaña. Se pueden utilizar redes estándar de colecta y es aconsejable utilizar pinzas para capturar las larvas ya que presentan mandíbulas bien desarrolladas.

Las pupas y prepupas se obtienen removiendo y levantando piedras de las márgenes de los ríos bajo las cuales construyen la cámara pupal.

Para la obtención de huevos y larvas en sus primeros estadios se deben capturar adultos con luz negra o blanca y colocarlos en un acuario de aproximadamente 76x30x30 cm, para que copulen. En el fondo se coloca musgo y pequeñas ramitas, y se cubre con una tapa de malla delgada. Cuando las masas de huevos son depositadas por las hembras, se coloca bajo de ellas un pequeño recipiente con agua de río para capturar el primer estadio luego de la emergencia.

#### ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO

La revisión global de los Megaloptera realizada por Weele (1910) es todavía la mejor fuente de información para la fauna mundial. Recientemente Flint (1973) realizó la revisión de los megalópteros de Chile, y Glorioso (1981) realizó importantes aportes a la filogenia de Corydalidae. De los tres géneros de esta familia, Glorioso & Flint (1984), han realizado la revisión de *Platyneuromus*, Contreras-Ramos y Harris (1998) realizaron aportes para el conocimiento de los estados inmaduros de este mismo género, que no se encuentra representado en América del Sur. Contreras-Ramos (1998) realizó la revisión de *Corydalus* citando 35 especies, de las cuales 31 se encuentran en América del Sur. Finalmente el género *Chloronia* fue revisado por Penny y Flint (1982) que realizan por primera vez la descripción de la larva.

Las Sialidae están representadas en América del Sur solamente por cuatro especies según Penny (1977), pero el estatus taxonómico de este género es todavía confuso, y toda la familia necesita mucho trabajo de colección y una seria revisión genérica. En la Tabla 1 podemos observar un resumen del estatus del orden hasta el presente (solamente se citan los géneros sudamericanos).

#### CARACTERIZACIÓN DE LOS GRUPOS MÁS IMPORTANTES

##### Familia Sialidae

Esta familia, que se encuentra principalmente en el Hemisferio Norte, está representada solo por algunas especies en América del Sur, especialmente en Chile, Brasil y Bolivia. Presenta adultos pequeños y oscuros (< de 20 mm), que carecen de ocelos y presentan el cuarto segmento tarsal bilobulado. La larva, completamente acuática, presenta 7 pares de filamentos laterales en el abdomen y uno largo en el extremo; carecen de falsas patas anales.

##### Familia Corydalidae

Incluye numerosas especies de la más diversa apariencia, por lo general de color amarillento grisáceo o castaño, son de mayor tamaño que los anteriores (25 a 90 mm), con ocelos, y cuarto segmento tarsal cilíndrico. Las larvas presentan 8 pares de filamentos laterales en el abdomen con un penacho de branquias accesorias en los siete primeros y con falsas patas en el extremo.

Tabla 1: Estatus taxonómico de Megaloptera neotropicales con énfasis en los estados inmaduros (modificada de Contreras-Ramos & Harris, 1998)

TAXON	ESTATUS	REFERENCIAS
<b>Sialidae</b>		
<i>Sialis</i> *	7 especies descritas, 1 de México y América Central, está descrita una larva de la especie chilena	Flint (1973), Penny (1977, 1981, 1982 a y b)
<b>Corydalidae: Chaulioidinae</b>		
<i>Archichauliodes</i> **	2 especies descritas de Chile (larvas asociadas tentativamente al género)	Flint (1973)
<i>Nothochauliodes</i>	género monotípico de Chile, larva desconocida.	Flint (1983)
<i>Protochauliodes</i>	5 especies y subespecies de Chile larva tentativamente asociada a una de ellas	Evans (1972), Flint (1973)
<b>Corydalidae: Corydalinae</b>		
<i>Chloronia</i>	14 especies descritas	Penny and Flint (1982) Contreras-Ramos (1995)
<i>Corydalus</i>	31 especies descritas	Evans (1972), Neunzinger y Barker (1991) Contreras-Ramos (1998)

\* A las especies neotropicales a menudo se las considera dentro de *Protosialis*, que es un grupo que necesita revisión.

\*\* También se encuentran en Nueva Zelanda y Australia, con la descripción de una larva.

Es la de mayor distribución en la región Neotropical representada por dos géneros en América del Sur; *Chloronia* que es generalmente más pequeño que *Corydalus*, con marcas negras superpuestas sobre un patrón amarillento de fondo. Los machos adultos del primer género tienen una uña característica en los extremos de los lóbulos genitales ventrales, la cual está ausente en los machos de *Corydalus*. Estos últimos tienen pequeñas manchas blancas en las celdas de las alas y a menudo poseen mandíbulas muy alargadas y más desarrolladas que en las hembras.

#### CLAVES DISPONIBLES

Hay pocas claves disponibles, y en general solamente son para adultos. Para las especies del género *Corydalus* podemos citar a Contreras-Ramos (1998) y para las del género *Chloronia* la de Contreras-Ramos (1995). Para los Megaloptera del área amazónica podemos citar a Penny (1982 b), y para los de la región Chilena a Flint (1973).

Para larvas de la Argentina y áreas vecinas, Bachmann (1995) desarrolló una clave para determinar los géneros. Hasta el presente no existen claves para los estados pupales

#### Clave para géneros de Megaloptera (larvas) registrados en la región Neotropical

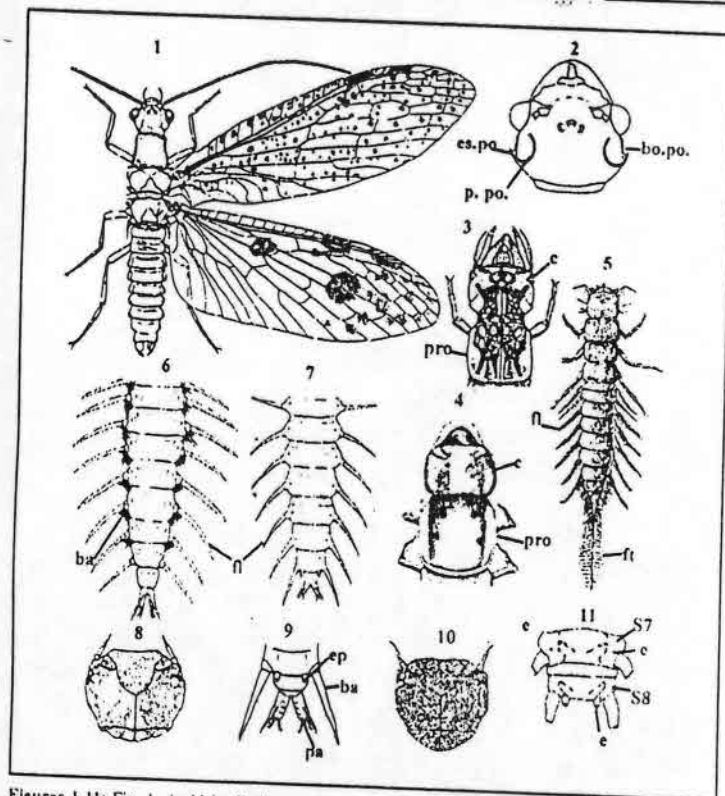
- 1a- Filamentos laterales simples en los segmentos abdominales 1-7. Último segmento abdominal prolongado en un largo filamento terminal, (Fig. 5) ..... ***Sialis***
- 1b- Filamentos laterales en los segmentos abdominales 1-8. Abdomen terminado en un par de falsas patas que presentan filamentos laterales y ganchos desarrollados (Figs. 6 y 7) ..... ***Corydalinae*** 2
- 2a- Base de los siete primeros filamentos laterales acompañados ventralmente por penachos branquiales (Fig. 6) ..... ***Corydalinae*** 3
- 2b- Sin esta característica (Fig. 7) ..... ***Chaulioidinae*** 4
- 3a- Cabeza y notos torácicos oscuros de color uniforme sin patrones de coloración, el pronoto puede o no presentar 4 puntos negros bien definidos (Fig. 4) ..... ***Chloronia***
- 3b- Cabeza y notos torácicos con marcados patrones de coloración (Fig. 3) ..... ***Corydalus***
- 4a- Cabeza con bordes laterales redondeados, cicatriz muscular diferenciada y pálida sobre un patrón de coloración oscuro (Fig. 8), espiráculos abdominales grandes y levemente protuberantes (Fig. 9) ..... ***Archichauliodes***
- 4b- Cabeza con bordes laterales rectos, color uniforme (Fig. 10), cicatriz muscular oscura, espiráculos abdominales pequeños y no protuberantes (excepto el del 8 segmento) (Fig. 11) ..... ***Protochauliodes***



## BIBLIOGRAFIA

- Bachmann, A. O. 1995. Insecta Megaloptera y Planipennia (=Neuroptera s. Str.). pp 1123-1129. En E. Lopretto y G. Tell (eds.): Ecosistemas de Aguas Continentales, metodologías para su estudio. Tomo III. Ediciones Sur, La Plata, Argentina.
- Brown, A. V. and L.C. Fitzpatrick. 1978. Life history and population energetics of the dobson fly, *Corydalus cornutus*. Ecology, 59 (6): 1091-1108.
- Contreras-Ramos, A. 1995. New species of *Chloronia* from Ecuador and Guatemala with a key to the species in the genus (Megaloptera - Corydalidae). J. N. Am. Benthol. Soc. 14: 108-114.
- Contreras-Ramos, A. 1998. Systematics of the dobsonfly genus *Corydalus* (Megaloptera: Corydalidae). Thomas Say Monographs, Ent. Soc. Amer. Lanham, MD. 360 pp.
- Contreras-Ramos, A. 1999. Mating behavior of *Platyneuromus* (Megaloptera-Corydalidae), with life history notes on dobsonflies from Mexico and Costa Rica. Ent. News 110: 125-135.
- Contreras-Ramos, A. and S. C. Harris. 1998. The immature stages of *Platyneuromus* (Corydalidae), with a key to the genera of larval Megaloptera of México. J. N. Am. Benthol. Soc. 17: 489-517.
- Evans, E. D. 1972. A study of the Megaloptera of the Pacific Coastal Region of the United States. Unpublished Ph.D. Dissertation, Oregon State University. 209 pp.
- Evans, E. D. 1978. Megaloptera and aquatic Neuroptera. pp 133-145. In: An Introduction to the Aquatic Insects of North America. E.W. Merritt and K.W. Cummins (eds.), Kendall/Hunt Publ.Co., Dubuque, Iowa.
- Evans, E. D. and H. H. Neuzing. 1996. Megaloptera and aquatic Neuroptera. pp. 298-308. In R.W. Merritt and K. W. Cummins (eds.), Aquatic insects of North America, Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuque, Iowa. 862 pp.
- Glorioso, M. J. 1981. Systematics of the dobsonfly subfamily Corydalinae (Megaloptera: Corydalidae). Syst. Entomol. 6: 253-290.
- Glorioso, M. J. and O. S. Flint. 1984. A review of the genus *Platyneuromus* (Insecta: Neuroptera: Corydalidae). Proc. Biol. Soc. Wash. 97: 601-614.
- Flint, O. S. Jr. 1973. The Megaloptera of Chile (Neuroptera). Rev. Chil. Ent. 7: 31-48.
- Flint, O. S. 1983. *Nothochauliodes penai* a new genus and species of Megaloptera from Chile (Neuroptera: Corydalidae). Ent. News 94: 15-17.
- Flint, O. S. Jr. 1991. On the identity of *Chloronia bogotana* Weele (Neuroptera: Megaloptera: Corydalidae). Proc. Ent. Soc. Wash. 93: 489-494.
- New, T. R. and G. Theischinger. 1993. Megaloptera (Alderflies, Dobsonflies). Handbuch der Zoologie, vol 4 (part 33). Walter de Gruyter, Berlin. 97 pp.
- Neuzing, H. H.; and J. R. Barker. 1991. Order Megaloptera, pp 112-122. En F.W. Sterli (ed.), Immature insects, Vol 2. Kendall/Hunt, Publishing Company, Dubuque, Iowa. 975 pp.
- Penny, N. D. 1977. Lista de Megaloptera, Neuroptera e Raphidioptera do México, América Central, ilhas Caraíbas e América do Sul. Acta Amazonica 7 (4) suplemento.
- Penny, N. D. 1981. Neuroptera. pp 89-91. En S.H. Hurlbert, G. Rodríguez, and N. Dias dos Santos (eds.), Aquatic biota of tropical South America. Part 1. Arthropoda. San Diego State University, San Diego.
- Penny, N. D. 1982 a. Neuroptera. pp 280-282. En S.H. Hurlbert, and A. Villalobos-Figueroa (eds.), Aquatic biota of Mexico, Central America and the West Indies. San Diego State University, San Diego.
- Penny, N. D. 1982 b. Neuroptera of the Amazon Basin. Part 7: Corydalidae. Acta Amazonica 12 (4): 825-837.

- Penny, N. D., and O. S. Flint. 1982. A revision of the genus *Chloronia* (Neuroptera: Corydalidae). Smith. Contr. Zool. 348: 1-27.
- Theischinger, G. 1991. Megaloptera (alderflies, dobsonflies). pp. 516-520. In C.S.I.R.O. (eds), The insects of Australia, vol 1. Cornell University Press, Ithaca. 542 pp.
- Weele, H. W. van der. 1910. Megaloptera. Monographic Revision. Collections zoologiques du Baron Edmond de Selys Longchamps. 93 pp.



Figuras 1-11: Fig. 1. *Archichauliodes* sp. (Chaulioidinae) aspecto general; Fig. 2. Corydalinae (cabeza). aspecto general (p. po.: plano postocular, es. po.: espina postocular; bo. po.: borde postocular); Fig. 3. *Corydalus* sp. detalle larva (c: cabeza, pro.: protórax); Fig. 4. *Chloronia hieroglyphica* detalle larva (c: cabeza, pro.: protórax); Fig. 5. *Sialis chilensis* aspecto dorsal larva (ft.: filamentos terminales); Fig. 6. *Corydalus* sp. vista dorsal (v. d.) abdomen larva (ft.: filamento lateral, ba.: branquias accesorias); Figs. 7-9. *Archichauliodes* sp. 7: V. d. abdomen larva (ft.: filamento lateral); 8: Aspecto dorsal cabeza; 9: V. d. extremo del abdomen larval (ep.: espiráculos protuberantes, ba.: Branquia abdominal, pa.: pata abdominal); Figs. 10-11. *Protichauliodes* sp.; 10: Aspecto dorsal cabeza larva; 11: V. d. segmentos abdominales 7 y 8 (e.: espiráculos) de la larva. Figs. 1 y 7 modificadas de Theischinger, 1991; Fig. 2 modificadas de Glorioso, 1981; Figs. 3 y 6 modificadas de Evans, 1978; Fig. 4 modificada de Penny and Flint, 1982; Fig. 5, 8, 9, 10 y 11 modificadas de Flint, 1973.

## capítulo 5 LEPIDOPTERA

V. F. ROMERO

### INTRODUCCIÓN

En los últimos años ha crecido el interés por los insectos acuáticos, especialmente porque son vitales para el conocimiento de la ecología de estos ambientes (Hynes, 1984), pero dentro de este espectro los lepidópteros permanecieron excluidos. En general no se piensa en el grupo como componente de la comunidad de estos ambientes, pero hay numerosas especies dentro de este orden cuyos estadios larvales se desarrollan en el agua e inclusive hay algunas en las que también los adultos son acuáticos como *Acentropus niveus* (Schoenobiinae). De este modo las especies pueden estar relacionadas con este ambiente en dos formas, por un lado tenemos las acuáticas, que se caracterizan porque pasan todos sus estadios inmaduros en el agua (huevo, larva y pupa) por ejemplo algunas Pyralidae, y las especies semiacuáticas cuyas larvas se alimentan y viven sobre o dentro de las plantas acuáticas o emergente (Noctuidae, Cosmopterygidae, Tortricidae, Nepticulidae, Pyralidae). Todas las familias mencionadas están bien representadas en América del Sur especialmente en las áreas tropicales.

La subfamilia más exitosa y mejor adaptada que presenta especies tanto acuáticas como semiacuáticas es Nymphulinae (Pyralidae), presentando dos grupos ecológicos

Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos  
H. R. FERNÁNDEZ y E. DOMÍNGUEZ (Editores)  
Serie: Investigaciones de la UNT. Subserie: Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de Tucumán



que Lange (1956) sugiere se puede traducir en una jerarquía taxonómica, categorizándolas como tribus:

- **Nymphulini**: las larvas viven en ambientes lénticos, generalmente en estuches hechos de fragmentos de hojas, alimentándose de plantas vasculares.
- **Argyactini**: las larvas se encuentran en ambientes rítrónicos en aguas altamente oxigenadas, bajo hábitáculos hechos con telas sedosas, alimentándose con algas. Esta última tribu estaría bien representada en la región Neotropical, aunque se desconocen la mayoría de las especies.

Esta clasificación es tentativa hasta que se realicen suficientes estudios en toda la región Neotropical que aporten mas información sobre estos organismos. Existen también otras Pyralidae asociados con plantas acuáticas por ejemplo: Pyraustinae, Schoenobiinae, Crambinae y Phycitinae (Macgaha, 1952 y 1954).

## MORFOLOGÍA: CARACTERÍSTICAS GENERALES

### Adultos

**Cabeza**: con ojos compuestos prominentes y un ocelo sobre cada uno de ellos. Un par de órganos sensoriales o *chaetosemata*. Un par de antenas ubicadas anteriormente a los ocelos que pueden presentar distintas formas (lameladas, pectinadas, clavadas, etc.). Algunas especies presentan en el escapo un grupo de escamas más desarrollado (*eye cap*) que se expande sobre el ojo compuesto. Los palpos labiales están siempre presentes; los maxilares pueden estar bien desarrollados o ausentes.

**Tórax**: el protórax es pequeño con un par de placas superpuestas o *patagia*. El mesotórax está bien desarrollado y tiene un par de tégulas laterales. Metatórax inconspicuo. Las patas están bien desarrolladas, presentando las posteriores, en algunas Nymphulinae, setas desarrolladas que utilizan para nadar. Las alas cuando están presentes se caracterizan por presentar escamas superpuestas, que forman diseños (patrones) con valor taxonómico al igual que las nervaduras.

**Abdomen**: con diez segmentos y órganos timpánicos en la base del abdomen de algunos grupos. Las estructuras genitales son útiles para la identificación de los géneros y especies especialmente la de los machos. En estos las modificaciones de las valvas (*claspers*), *aedeagus*, *juxta*, *tegumen*, y *uncus* son los más utilizados.

En las hembras, las porciones esclerotizadas del *ductus bursae* y las estructuras asociadas son diagnósticas en algunas familias.

## a la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos

### Larvas

Las larvas, que son alargadas y mas o menos cilíndricas, varían entre 3 y 75 mm cuando están maduras. Se caracterizan por presentar:

**Cabeza**: esclerotizada con una sutura epicraneal en forma de Y invertida en la porción dorsal, con escleritos adfrontales laterales, ojos simples o *stemma* en número variado, generalmente son seis, pero pueden estar reducidos. Antenas cortas con varios sensilios. Aparato bucal prognato, con las piezas bucales dirigidas hacia adelante (Argyactini), o hipognato, piezas bucales dirigidas hacia abajo (Nymphulini) con mandíbulas bien desarrolladas y la incorporación de una *espinereta* o estructura que produce la seda.

**Tórax**: se caracteriza por presentar en algunos grupos un escudo protorácico bien desarrollado, tres pares de patas con cinco segmentos y uñas fuertes en el extremo. En algunas especies acuáticas se puede observar la presencia de branquias.

**Abdomen**: con diez segmentos, en la mayoría encontramos falsas patas en los segmentos 3 al 6 y en el 10, en algunas especies esto varía (5-6 y 10 o raramente 2-7). En el extremo trunco de cada una de estas «patas», la *planta*, encontramos un grupo de ganchitos o «crochets» cuya disposición tiene valor taxonómico. Branquias traqueales presentes en las especies acuáticas o ausentes (semiacuáticas), espiráculos laterales que pueden ser funcionales o no.

### Pupa

Es de tipo *obtect*, y puede estar libre o incluida dentro de un capullo. En las formas acuáticas las aberturas espiraculares en los segmentos abdominales 3 y 4 son grandes y el *cremáster* (extremo del último segmento abdominal) tiene forma de ganchito.

## BIOLOGÍA y ECOLOGÍA

La metamorfosis es de tipo holometábolo. El crecimiento larval incluye de cinco a siete estadios en algunas especies pero en otras no es fijo. Algunas especies presentan una generación por año y otras dos. Para empupar construyen un capullo con seda. Las especies que tienen las larvas sumergidas también tienen su pupa igual adherida a piedras o sobre plantas. Otras pupas están expuestas en hojas o tallos de plantas emergentes. El estado pupal dura solo un mes o menos. La emergencia tiene lugar en primavera, verano y comienzos de otoño. Los adultos viven desde 24 horas hasta un mes, dependiendo de la especie y el sexo (Lange, 1978). En general las hembras viven el doble que los machos. La actividad de los adultos es generalmente nocturna, alimentándose de néctar, y en las especies de vida corta las piezas bucales están atrofiadas y

parecería que no se alimentan. Los machos son atraídos por las feromonas de las hembras. Luego de la cópula las hembras depositan sus huevos de diversas formas, según sean acuáticas o semiacuáticas. En el primer caso entran en el agua para depositar los huevos en la base de piedras o rocas, mientras que las especies semiacuáticas los dejan sobre los tallos u hojas (Lange, 1956).

Como mencionamos en la introducción es posible reconocer dos grupos ecológicos, entre los lepidópteros verdaderamente acuáticos (Pyralidae):

**Nymphulini:** que presenta larvas que se alimentan de plantas acuáticas y cuya biología ha sido bien estudiada en el Hemisferio Norte, y solo se han descripto algunas especies para América del Sur. En general hay dos a tres generaciones por año. Los adultos son de vida corta y se alimentan de néctar. La cópula ocurre durante la noche y las hembras depositan sus huevos en el envés de las macrofitas. Las larvas al emerger cortan con sus mandíbulas pedazos de hojas que unen con filamentos sedosos producidos por glándulas especiales y forman un pequeño estuche o hábitáculo donde viven. El primer estadio larval es blanquecino y no presenta branquias. En el segundo estadio algunas especies desarrollan branquias (*Paraponyx*) mientras que todos los estadios de otros géneros carecen de ellas. De este modo los requerimientos de oxígeno de las larvas son cubiertos de distintas formas (por movimientos vibratorios y absorción cutánea o por medio de branquias traqueales bien desarrolladas). Cuando empupan construyen un capullo sedoso dentro de este estuche.

**Argyraetini:** las larvas y pupas se encuentran en una gran variedad de hábitats acuáticos, incluyendo lagos, aguas turbulentas y frías, arroyos intermitentes, etc. Las hembras, una vez que se ha realizado la cópula, nadan bajo el agua para depositar los huevos en la superficie inferior de las piedras. Una vez que emergen las larvas, que son blancas y presentan branquias, construyen un refugio o hábitáculo muy particular sobre las piedras, alimentándose de algas dentro de este. Cuando van a empupar engrasan el tejido de este refugio y construyen un capullo con aberturas en su periferia que permiten la circulación del agua, la pupa se ubica a su vez en un capullo interno al anterior. Para salir corta este capullo en un extremo y emerge como adulto, que nada hasta la superficie utilizando las patas medias y posteriores (con setas nadadoras) y se ubica sobre una piedra u hoja hasta que se seca y puede volar.

#### MÉTODOS DE COLECTA

Los adultos pueden colectarse con trampa de luz cerca de los cuerpos de agua o también a cierta distancia de ellos. Durante el día se utiliza una red entomológica, ya que estos insectos pueden encontrarse sobre puentes, sobre la vegetación circundante de

los cuerpos de agua y notablemente en elevado número sobre algunos árboles (obs. pers.). También se ubican en lugares sombreados de las grandes piedras en las márgenes de los ríos, o en el caso de las especies cuyas larvas se encuentran en relación con las plantas acuáticas durante el día pueden ser capturados sobre estas plantas con redes, o al atardecer cuando se vuelven más activos y vuelan de planta en planta.

Las larvas que se encuentran sobre las piedras en arroyos bien oxigenados pueden colectarse mediante pinzas, luego de desprender el hábitáculo sedoso que ellas construyen. Habitualmente se encuentran varias en una sola piedra, por lo que es fácil conseguir varios ejemplares, del mismo modo se colectan las pupas que suelen ubicarse en piedras pero cerca de las márgenes. En cambio las larvas que se encuentran en relación con la vegetación acuática pueden colectarse revisando cuidadosamente el envés de las hojas que yacen sobre el agua en busca de hábitáculos o pupas, o los tallos, o en el caso de las plantas que tienen forma de roseta en la base de las hojas.

#### IMPORTANCIA ECONÓMICA

Las especies bentónicas asociadas al sustrato en el fondo de algunos ríos, pueden ser utilizadas como bioindicadores, ya que sus poblaciones responden sensiblemente a los cambios físicos y químicos que se producen. Por otro lado las especies semiacuáticas que están relacionadas con la vegetación pueden ser utilizadas con éxito en el control de macrofitas indeseables como *Eichhornia*, *Azolla* y *Salvinia* (Macgaha, 1952; 1954). Pero este último aspecto transforma a algunos grupos en importantes plagas de cultivos, como por ejemplo algunas especies de Crambinae y Schoenobiinae que se alimentan de los tallos y raíces del arroz.

Algunos autores han señalado también su importancia como fuente de alimentación para ciertos peces.

#### ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO

Es un grupo cuyo estudio en nuestro continente prácticamente no existe, la última revisión de las Nymphulinae sudamericanas es del siglo pasado (Hampson, 1897) y posee solo un valor histórico ya que sus conceptos de subfamilia y género son anticuados. Solo podemos mencionar más recientemente descripciones de algunas especies de Brasil (Da Silva and Nessimian, 1990; Nessimian and Da Silva, 1994), Guyana (Sattler, 1961), Perú (Roback, 1966) y Bolivia (Munroe, 1974). Muchas especies sudamericanas han sido descriptas por Hampson, Schaus y Dyar, pero en la mayoría de los casos no se basan en estudios comparados y asignan gran parte a géneros equivocados; es por ello que esta bibliografía no es recomendable. Un catálogo aun útil es el de

Klima (1937), y subsecuentes clasificaciones las podemos encontrar en Lange (1956), Munroe (1972) y Heppner (1976) pero para géneros de América del Norte.

### GRUPOS MÁS IMPORTANTES

Solamente se mencionan las subfamilias de Pyralidae que presentan larvas acuáticas y semiacuáticas. Las familias Cosmopterigidae, Nepticulidae y Noctuidae presentan larvas asociadas a la vegetación emergente y se las considera semiacuáticas por lo que no serán tratadas aquí.

#### Subfamilia Nymphulinae

Es la familia más exitosa en la explotación del ambiente acuático dentro de los lepidópteros. Los adultos son pequeños, en general no exceden los 20 a 30 mm de envergadura alar. De apariencia frágil se caracterizan por presentar patrones de coloración alar distintivos dentro de los cuales predominan los castaños, amarillos y dorados siendo común la presencia de puntos negros con bordes plateados en las alas posteriores. En otros géneros en el patrón de coloración predominan los tonos de gris, castaño y blanco.

- Larvas acuáticas o semiacuáticas.
- Branquias presentes o ausentes.
- "Crochets" en elipse.
- Las larvas pueden construir su habitáculo con partes de hojas o sobre piedras en el fondo de ríos.

#### Subfamilia Schoenobiinae

- Larvas acuáticas o semiacuáticas.
- Espiráculos funcionales.
- Sin branquias.
- "Crochets" en elipse.
- Las larvas que viven sumergidas construyen refugios con partes de hojas.
- Las especies semiacuáticas son minadoras de tallos.

#### Subfamilia Crambinae

- Larvas semiacuáticas.
- Espiráculos funcionales.
- Sin branquias.
- "Crochets" en círculo.
- Minadores o perforadores de tallos.

#### Subfamilia Pyraustinae

- Larvas semiacuáticas.
- Espiráculos funcionales.
- Sin branquias.
- "Crochets" en círculo.
- Las larvas se alimentan de hojas y tallos de las plantas hospedadoras.

### CLAVES DISPONIBLES

Hasta el presente solamente podemos mencionar claves que han sido desarrolladas para identificar, principalmente con adultos, familias o subfamilias del Hemisferio Norte. En este aspecto son útiles las de Lange (1956) y Munroe (1972) para Pyralidae. Para determinar las familias de lepidópteros relacionadas con el ambiente acuático tanto formas adultas como larvas, es útil la de Lange (1978). En el presente capítulo presentamos una clave desarrollada para identificar las larvas de Nymphulinae sudamericanos que son las que se presentan con gran frecuencia en la mayoría de los ambientes acuáticos.

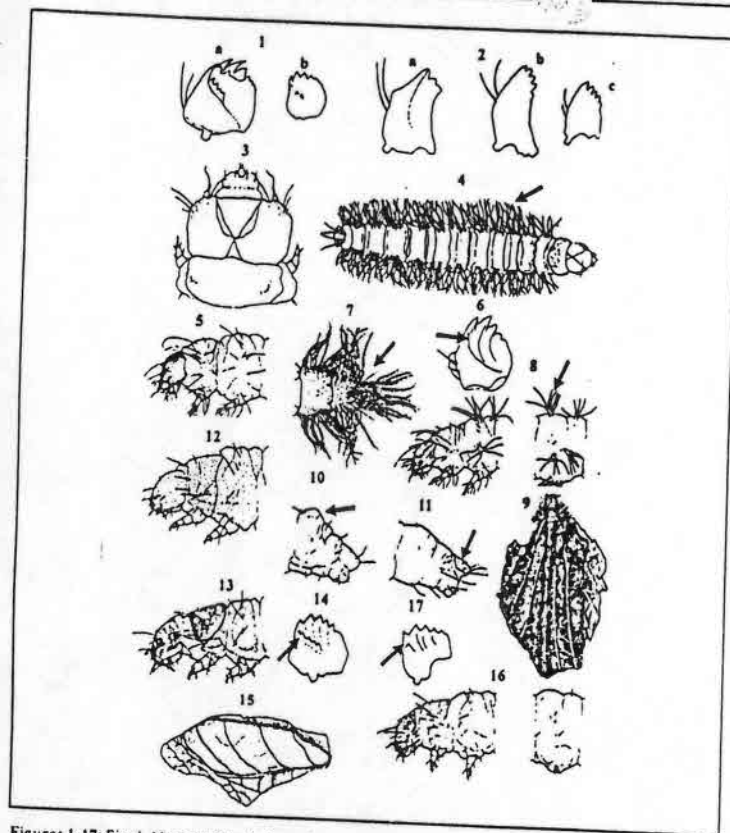
#### Clave para la determinación de larvas de géneros Nymphulinae (Pyralidae)

- 1a- Mandíbulas pequeñas con dientes dispuestos en un semicírculo (Fig. 1 a y b), con o sin branquias. Especies que construyen habitáculos con hojas o trozos de ellas. Se alimentan y viven sobre hojas flotantes o plantas parcialmente sumergidas ..... Nymphulini ..... 3
- 1b- Mandíbulas alargadas medianas a grandes, aplanadas generalmente, dientes dispuestos en un plano extendido (Fig. 2 a, b y c), branquias simples, número variado. Especies que bajo el agua construyen refugios sobre tallos de plantas acuáticas o viven bajo una cubierta sedosa sobre piedras o rocas ..... 2
- 2a- Cabeza prognata (Fig. 3), mandíbulas alargadas con número variado de dientes (Fig. 2), branquias simples en los segmentos A1 a A9 en número variado (Fig. 4). Las larvas se encuentran bajo una cubierta sedosa sobre las piedras en la zona de rápidos de ríos y arroyos ..... *Argyrectini* ..... 2
- 2b- Cabeza hipognata (Fig. 5), mandíbulas cortas con cinco cúspides y un pequeño diente similar a una espina en la base de la primera (Fig. 6), branquias de los últimos segmentos abdominales muy desarrolladas y plumosas (Fig. 7). Viven sobre plantas sumergidas donde construyen un refugio sedoso ..... *Eoparargyractis* Lange 1956.

- 3a- Con branquias traqueales ramificadas en el abdomen (Fig. 8), en habitáculos hechos con porciones de hojas de plantas acuáticas (Fig. 9) ..... *Parapopyx* Hübner 1926
- 3b- Branquias ausentes, habitáculos de diversos tipos pero siempre en plantas acuáticas ..... 4
- 4a- Con escudo protorácico desarrollado que se extiende lateralmente, octavo segmento abdominal con una giba (Fig. 10) ..... *Nymphuliella* Lange, 1956
- 4b- Sin estos caracteres ..... 5
- 5a- Escudo anal claramente desarrollado en el abdomen (Fig. 11), escudo torácico sin engrosamiento en la porción posterior (Fig. 12) ..... *Nymphula* Schrank 1802
- 5b- Sin estos caracteres ..... 6
- 6a- Cabeza prognata (Fig. 13), mandíbulas con una área ventral alargada con numerosos dientes (Fig. 14), los dos primeros pares de coxas torácicas contiguas, las larvas viven en un habitáculo construido con trozos de hojas (Fig. 15) ..... *Synclita* Lederer 1863
- 6b- Cabeza prognata (Fig. 16), mandíbulas con uno o dos dientes pequeños adicionales en la base de la primera cúspide (Fig. 17), las larvas construyen un habitáculo con trozos de hojas en los primeros estadios, luego perforan y penetran en el pecíolo ..... *Munroessa* Lange 1956

# BIBLIOGRAFIA

- Da Silva, E.R. and J.L. Nessimian. 1990. A new species of the genus *Parapopyx* Hübner 1826 (Lepidoptera: Pyralidae: Nymphulinae) from Rio de Janeiro state, Brazil. Rev. Bras. Biol., 50 (2): 490-495.
- Hampson, G.F. 1897. On the classification of two subfamilies of moths of the family Pyralidae: the Hydrocaupinae and Scopariinae. Trans. Ent. Soc. London. 1897: 127-240.
- Heppner, J.B. 1976. Synopsis of the genus *Parargyractis* (Lepidoptera: Pyralidae: Nymphulinae) in Florida. Florida Ent., 59 (1): 1-19.
- Hynes, H.B.N. 1984. Aquatic Insects and mankind. pp. 578-588. En: Resh V.H. and D.M. Rosenberg (eds.). The Ecology of Aquatic Insects. Praeger Publishers, New York. 625 pp.
- Klima, A. 1937. Pyralidae: subfam. Scopariinae et Nymphulinae. Lepid. Catal. 84: 1-226.
- Lange, W.H. 1956. A generic revision of the aquatic moths of North America: (Lepidoptera: Pyralidae, Nymphulinae). Wasmann Jour. Biol. 14 (1): 59-144.
- Lange, W.H. 1978. Aquatic and Semi-aquatic Lepidoptera. pp. 187-201. In Merritt R.W. and K.W. Cummins (eds.). An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Kendall/Hunt Publishing Company. 441 pp.
- Macgaha, Y.J. 1952. The limnological relations of insects to certain aquatic flowering plants. Trans. Amer. Microscop. Soc. 71: 351-381.
- Macgaha, Y.J. 1954. Contribution to the biology of some Lepidoptera which feed on certain aquatic flowering plants. Trans. Amer. Microscop. Soc. 73: 167-177.
- Munroe, E. 1972. Pyraloidea, Pyralidae (part). In Dominick, R.B.; D.C. Ferguson; J.G. Franclemont; R.W. Hodges; E. Munroe (eds.). The Moths of America north of Mexico, including Greenland. Fasc. 13.1 Claxsey, London. 304 pp.
- Munroe, E.G. 1974. Three new genera and four new species of Pyralidae (Lepidoptera) from South America. Canad. Ent. 106 (1): 11-20.
- Nessimian, J.L. and E.R. Da Silva. 1994. Descrição das formas imaturas de *Parapopyx rearingalis* (Da Silva e Nessimian, 1990) (Pyralidae: Nymphulinae), com notas biológicas. Rev. Bras. Biol. 54(4): 603-610.
- Roback, S.S. 1966. The Catherwood foundation Peruvian-Amazon expedition 10. Aquatic Lepidoptera (Pyralidae: Nymphulinae). Monogr. Acad. nat. Sci. Philadelphia (14): 225-233.
- Satler, W. 1961. Ein in dem metamorphosestadien aquatisches polythecobiontes lepidopter (Elophila, Pyralidae) aus dem Tumucumaque-Bergland (Brasilianisch, Guyana). Bol. Mus. Par. 36: 1-11.



Figuras 1-17: Fig. 1, Nymphulini: distintos tipos mandíbulas larvales (a: *Nymphula* sp.; b: *Paraponyx* sp.); Fig. 2, Argyractini: distintos tipos mandíbulas (a, b y c: *Parargyractis* sp.); Figs. 3-4, *Parargyractis* sp., larva; 3, vista dorsal (v.d.) cabeza y protórax; 4, v.d.; Figs. 5-7, *Eoparargyractis* sp., larva; 5, vista lateral (v.l.) cabeza y tórax (pro y mesotórax); 6, mandíbula derecha, vista ventral (v.v.); 7, extremo posterior del abdomen; Figs. 8-9, *Paraponyx* sp., larva; 8, v.l. de la cabeza, tórax (pro y mesotórax) y cuarto segmento abdominal; 9, Larva en su hábitáculo (v.d.); Fig. 10, *Nymphulilla* sp., larva, extremo posterior; Figs. 11-12, *Nymphula* sp., larva; 11, extremo posterior del abdomen; 12, v.l. de la cabeza y tórax (pro y mesotórax); Figs. 13-15, *Synclitella* sp., larva; 13, v.l. de la cabeza y tórax (pro y mesotórax); 14, mandíbula derecha (v.v.); 15, Larva en su hábitáculo (v.d.); Figs. 16-17, *Munroeassa* sp., larva; 16, v.l. de la cabeza, tórax (pro y mesotórax) y cuarto segmento abdominal; 17, mandíbula derecha (v.v.). Las figuras utilizadas corresponden a Lange, 1978: 1 y 4-17 y al autor: 2 y 3.

## capítulo 6

# COLEOPTERA

M. ARCHANGELSKY

### INTRODUCCIÓN

El orden Coleoptera es el grupo más numeroso de organismos que se conoce, incluye aproximadamente 350.000 especies en unas 170 familias (Lawrence & Newton 1995). De estas, alrededor de 30 tienen representantes acuáticos. Se encuentran en todo tipo de aguas continentales, con excepción de ciertos lugares como ser partes muy profundas de lagos o aguas muy contaminadas.

Son neópteros endopterigotas, con alas mesotorácicas modificadas formando élitros más o menos rígidos que se unen sobre el abdomen y protegen al segundo par, el cual está replegado, es membranoso y se utiliza para volar. Las piezas bucales son del tipo mandibulado. El protórax está bien desarrollado, suele ser libre, y forma junto con la cabeza la parte anterior del cuerpo; la parte posterior se encuentra formada por el mesotórax y el abdomen. El cuerpo suele estar más o menos achatado, lo que resulta en que las coxas y regiones pleurales tengan posición ventral. El pro- y metatórax están bien desarrollados, mientras que el mesotórax se encuentra más o menos reducido; el escutelo suele ser visible en vista dorsal entre las bases de los élitros. Los esternitos abdominales están bien desarrollados, y se encuentran más esclerotizados que los

Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos

H. R. FERNÁNDEZ y E. DOMÍNGUEZ (Editores)

Serie: Investigaciones de la UNT. Subserie: Ciencias Exactas y Naturales · Universidad Nacional de Tucumán



tergitos. Los terminalia están telescopados dentro del ápice del abdomen, los machos tienen un aparato copulador formado por una pieza media (edeago), dos piezas laterales (parámetros) y una pieza basal; las hembras tienen un ovipositor del tipo telescópico, a veces modificado para penetrar tejidos vegetales. Las larvas son variadas, con o sin patas torácicas, la cabeza se encuentra bien desarrollada, con antenas y piezas bucales del tipo mandibulado (rara vez succionas); no suelen tener patas abdominales. Las pupas son adécticas y exaratas (rara vez obteatas).

Si bien son más numerosos en ambientes lénticos y entre la vegetación litoral, la mayoría de las familias presenta especies que viven en ambientes lóticos y que forman parte de las comunidades bentónicas (permanentemente o estacionalmente, ya que hay especies que hibernan en el fondo de ríos, lagos, etc.). Otras aparecen en muestras bentónicas (sin serlo) debido a que los métodos de muestreo pueden incluir especies que se hallan asociadas a la vegetación acuática o litoral, o que pueden hallarse accidentalmente en el agua.

Pese a que generalmente no alcanzan grandes densidades, los coleópteros acuáticos son importantes en las cadenas tróficas; muchas especies son fuente de alimento para peces y anfibios, mientras que otras son importantes como predadores, y otras especies se alimentan de algas o de detrito orgánico. La importancia de otras especies radica en su utilidad como bioindicadores de calidad de aguas; si bien grupos como los efemerópteros, tricotépteros y plecótépteros suelen ser más utilizados, los coleópteros están ganando reconocimiento para evaluar ambientes acuáticos (Bournaud *et al.* 1992, Rivera & Foster 1992).

El conocimiento de la fauna de coleópteros acuáticos en la región Neotropical es fraccionario. Ciertos grupos están, aparentemente, bien estudiados, otros se conocen a nivel regional, y muchos otros necesitan, urgentemente, revisiones. El 'aparentemente' de ambas es necesario pues aún hay muchas áreas dentro de la región Neotropical que no han sido debidamente relevadas. Con unas pocas excepciones, el conocimiento de los estados preimaginales de los coleópteros acuáticos es extremadamente pobre. Esto se traduce en la falta de claves genéricas para la identificación de larvas de la mayoría de las familias neotropicales. En familias muy diversas, como ser las Dytiscidae o Elmidae, es muy difícil identificar el material pues las larvas de muchos de los géneros son desconocidas; en general uno debe resignarse a comparar el material con el de claves de la región Neártica para tratar de obtener identificaciones más o menos precisas. Si consideramos que el número de coleopterólogos trabajando con estados preimaginales es tan solo una pequeña fracción de los que trabajan en sistemática de adultos, creo que este es el aspecto más deficitario de nuestro conocimiento de los coleópteros acuáticos, por lo menos a nivel regional. El conocimiento de los adultos es mejor que el de las larvas, pero aún es pobre en algunos grupos. Varios son los investigadores que actualmente trabajan con la fauna de la región Neotropical, entre ellos se pueden nombrar: A. O. Bachmann, A. Oliva, E. R. Trémouilles, L. A. Fernández,

L. E. Grosso y V. Manzo, en la Argentina; J. B. Moroni y T. Cekalovic en Chile; N. Ferreira Jr. y C. Costa en Brasil; P. J. Spangler, P. D. Perkins, C. W. O'Brien y K. B. Miller en los EEUU y M. Jäch en Europa (Austria).

## MODOS DE VIDA Y MÉTODOS DE COLECTA

Es difícil hacer generalizaciones respecto de la biología de los coleópteros acuáticos ya que la colonización de los ambientes acuáticos se ha producido, independientemente, varias veces, y de diferentes maneras. Encontramos familias que son completamente acuáticas, mientras que otras lo son solo en el estado larval, o en el adulto. Otras familias son más bien riparias y ocasionalmente pueden encontrarse en el agua. Por otro lado, las adaptaciones respiratorias también son muy variadas, hay coleópteros que obtienen el oxígeno de la atmósfera, mientras que otros lo hacen directamente del agua, algunas especies incluso pueden obtener el oxígeno directamente de tejidos vegetales. Los tipos de alimentación también son muy variados, por ejemplo en muchas familias tanto los adultos como las larvas son predadores (Dytiscidae, Noteridae, Gyrinidae), en otras familias los adultos se alimentan de material vegetal o detritus mientras que las larvas son predadoras (Hydrophiloidae), en otros casos tanto larvas como adultos se alimentan de algas o detritus. Los métodos de locomoción que utilizan son diversos, las familias de adéfagos y muchos hidrofílicos son buenos nadadores, otros grupos no nadan, y caminan sobre el substrato, larvas como las de los pséfénidos y torridincolidos suelen encontrarse adheridas al substrato y se mueven muy poco. Finalmente, hay muchas familias de las cuales se sabe poco o nada de su biología (Lepiceridae, Torridincolidae, Ptilodactylidae, Chrysomelidae, etc.). En la sección sistemática se va a mencionar brevemente la biología de cada familia.

Los métodos de colecta son muy variados y la mayoría ya han sido tratados en el capítulo general correspondiente. Sin embargo vale la pena mencionar un método muy utilizado con coleópteros, el cual consiste en coleccionar diferentes substratos (de manera cualitativa o cuantitativa), sin fijarlos, y llevarlos al laboratorio donde pueden ser separados mediante diferentes métodos. Si tenemos mucha materia orgánica (hojarasca, algas, etc.) uno puede separar las larvas y adultos utilizando un embudo Berlese-Tullgren; si el substrato es mayormente arena o grava uno puede utilizar algún sistema de flotación o un elutriador ('elutriators'), el cual usa una corriente de agua ascendente que 'arrastra' los organismos y los arroja en una red o malla de recolección, mientras que los sedimentos (más pesados) se quedan abajo.

## SECCIÓN SISTEMÁTICA

Esta sección se divide en tres partes. En primer lugar se presenta un listado de las familias de coleópteros con representantes acuáticos en América del Sur, luego se incluye una clave hasta nivel de familia para adultos y larvas, y finalmente una breve reseña de las características principales de cada familia, el estado del conocimiento de estas, y notas breves sobre su biología.

### Familias de Coleoptera con representantes acuáticos

*Suborden Myxophaga:* Lepiceridae, Torridincolidae, Hydroscaphidae.  
*Suborden Adephaga:* Gyrinidae, Haliplidae, Noteridae, Dytiscidae.  
*Suborden Polyphaga:* Epimetopidae, Georissidae, Hydrochidae, Spercheidae, Hydrophilidae, Hydraenidae, Staphylinidae, Scarabaeidae, Scirtidae, Elmidae, Dryopidae, Lutrochidae, Limnichidae, Heteroceridae, Psephenidae, Ptilodactylidae, Lampyridae, Chrysomelidae, Curculionidae.

### CLAVES PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ADULTOS Y LARVAS DE FAMILIAS DE COLEOPTERA SUDAMERICANAS CON REPRESENTANTES ACUÁTICOS

En general las identificaciones hasta nivel de familia no suelen presentar problemas; identificaciones hasta nivel de género y especies son más difíciles. No existe un texto general que sirva de base para cubrir todos los grupos de la región hasta nivel genérico. Esto lleva a que se haga necesaria la utilización de referencias de diferente origen: Trémouilles *et al.*, (1995) sirve para la Argentina y áreas vecinas, mientras que White & Brigham (1996) puede resultar útil para el norte de la región Neotropical. El uso de estas dos referencias permite, en la mayoría de los casos, llegar hasta nivel genérico (en adultos). También, combinando las bibliografías presentes en estas dos referencias, se puede rescatar gran parte de la bibliografía particular de cada grupo. Dos trabajos importantes, que completan el conocimiento sobre estados preimaginales son: Bertrand (1972, 1977) y Lawrence (1991); Bertrand tiene claves de familias y géneros (es un texto de cobertura mundial) que son muy útiles, Lawrence presenta claves hasta el nivel de familia. Otras referencias generales muy útiles se encuentran en Hurlbert (1977), Spangler (1981), Spangler (1982), Costa *et al.* (1988) y Epler (1996). Finalmente, hay ciertos trabajos y revisiones recientes que son de importancia y que complementan la bibliografía presente en Trémouilles *et al.* (1995): Archangelsky (1997, 2000), Fernández y Bachmann (1998), Grosso (1994), Hansen (1998, 1999), Oliva (1993, 1996), Perkins (1997), Shepard (bibliografía inédita de Dryopoidea), Trémouilles (1998a, 1998b).

Las figuras 1-6 muestran los principales caracteres utilizados para la identificación de larvas y adultos hasta el nivel de familia.

### Clave para la identificación de adultos (modificada de Trémouilles *et al.* 1995)

- 1a- Ojos compuestos divididos por un canto en una parte dorsal y una ventral (Fig. 7); patas II y III cortas y anchas (Fig. 8), como aletas; antenas cortas y gruesas (Fig. 9) ..... **Gyrinidae**
- 1b- Ojos compuestos enteros; antenas de forma variada pero no como en Fig. 9 ..... **2**
- 2a- Coxas III expandidas en grandes placas que ocultan los primeros urosternitos y cubren el trocánter y base del fémur (Fig. 10) ..... **Haliplidae**
- 2b- Coxas III no muy expandidas; trocánteres visibles ..... **3**
- 3a- Primer urosternito visible completamente dividido por las coxas III (Fig. 1), las que están fusionadas al metasterno ..... **4**
- 3b- Primer urosternito visible nunca dividido completamente por las coxas III, y estas no fusionadas al metasterno ..... **5**
- 4a- Coxas II separadas por una placa ancha, cuya parte posterior se prolonga en puntas por fuera de los trocánteres III (Fig. 11); apófisis prosternal espatuliforme ..... **Noteridae**
- 4b- Coxas II contiguas o no, pero nunca separadas por una placa ancha; apófisis prosternal variada, raramente espatuliforme (Fig. 1) ..... **Dytiscidae**
- 5a- Cabeza generalmente prolongada por delante de los ojos en un rostro más o menos largo (Fig. 12); antenas geniculadas (Fig. 12), en ángulo aproximadamente recto cuando están extendidas ..... **Curculionidae**
- 5b- Cabeza no prolongada en un rostro; antenas no geniculadas ..... **6**
- 6a- Elitros cortos, dejando descubiertos al menos 2 segmentos abdominales enteros (Figs. 13-14) ..... **7**
- 6b- Elitros largos, cubriendo todo el abdomen, pudiendo dejar expuesto el último urotergito ..... **8**
- 7a- Antenas de 8 o menos artejos (Fig. 15); sólo 3-4 urotergitos completamente descubiertos (Fig. 14) ..... **Hydroscaphidae**
- 7b- Antenas de 11 segmentos (raramente 10); al menos 6 urotergitos descubiertos (Fig. 13) ..... **Staphylinidae**
- 8a- Antenas con el último antenito tan largo como los 3 o 4 antenitos anteriores combinados (Figs. 16-17); tamaños muy pequeños ..... **9**
- 8b- Antenas con el último antenito a lo sumo tan largo como los 2 antenitos anteriores combinados; tamaño variado ..... **10**
- 9a- Antenas de 9 segmentos (Fig. 16); cuerpo achatado ..... **Torridincolidae**
- 9b- Antenas de 4 segmentos (Fig. 17); cuerpo globular ..... **Lepiceridae**



- 10a- Antenas con una maza pubescente, frecuentemente asimétrica y con antenitos basales glabros (Figs. 18-20), siempre cortas y adosadas al borde posterior de los ojos ..... 11
- 10b- Antenas de forma diferente ..... 16
- 11a- Maza antenal de 5 artejos (Fig. 18); 6 ó 7 urosternitos visibles; tamaño pequeño, menos de 2,5 mm ..... *Hydraenidae*
- 11b- Maza antenal de 3 artejos (Figs. 19-20), artejo anterior a la maza (cúpula) generalmente asimétrico; 5 urosternitos visibles; tamaño variado, de 1 a 50 mm. .... *Hydrophilidae* ..... 12
- 12a- Pronoto expandido hacia adelante, ocultando totalmente la cabeza o casi (Figs. 21-22); tarsos de 4 artejos (el 1º muy reducido). .... 13
- 12b- Pronoto no muy expandido hacia adelante; tarsos por lo general de 5 artejos ..... 14
- 13a- Disco del pronoto con crestas longitudinales, y bordes laterales expandidos (Fig. 21); élitros con costillas longitudinales, cada intervalo con dos hileras de puntos; ojos divididos total o parcialmente por un canto; menos de 5 mm. .... *Epimetopidae*
- 13b- Disco del pronoto liso (Fig. 22); élitros con hileras de puntos profundos; menos de 2 mm. .... *Georissidae*
- 14a- Antenas con 2 o 3 artejos glabros antes de la cúpula; élitros muy esculpidos, generalmente cubiertos por suciedad; menos de 6 mm. .... 15
- 14b- Antenas con 5 artejos glabros antes de la cúpula (Fig. 20); si solo hay 3, las tibias II y III tienen largos pelos natatorios (Berosini); élitros por lo general lisos o con escultura moderada; tamaño variado ..... *Hydrophilidae*
- 15a- Pronoto más angosto que la base de los élitros; labro entero; forma angosta (Fig. 23), con brillo metálico en algunas partes ..... *Hydrochidae*
- 15b- Pronoto ancho, de bordes laterales profundamente recortados (Fig. 24); cúpula antenal poco modificada (Fig. 19) por lo que la maza parece de 4 artejos; labro con una escotadura triangular; forma ancha, sin brillo metálico ..... *Spercheidae*
- 16a- Tarsos pseudotetrámeros, el 3º artejo ancho y bilobulado, ocultando el 4º (Fig. 25); antenas filiformes, largas ..... *Chrysomellidae*
- 16b- Tarsos pentámeros o tetrámeros, pero nunca con el 3º artejo como en 16a ..... 17
- 17a- Antenas cortas, laminadas (Fig. 26); tibias I con borde externo aserrado; tarsos pentámeros; pigidio expuesto; tamaño mayor de 15 mm ..... *Scarabaeidae*
- 17b- Antenas variadas, nunca como en 17a; generalmente menos de 15 mm ..... 18
- 18a- Coxas III con una saliente que cubre la base del trocánter y puede formar un surco que recibe al fémur en reposo ..... 19
- 18b- Coxas III sin saliente ni surco; pronoto expandido, cubriendo la cabeza en vista dorsal (Fig. 27); 7 urosternitos visibles, algunos de los últimos pueden tener órganos luminosos ..... *Lampyridae*

- 19a- Coxas I más o menos cónicas y prominentes, borde posterior del pronoto liso ..... *Scirtidae*
- 19b- Coxas I variadas; si son cónicas, el borde posterior del pronoto es crenulado (Fig. 28) ..... 20
- 20a- Coxas I más o menos salientes y/o borde posterior del pronoto crenulado ..... 21
- 20b- Coxas I transversas o redondeadas, no prominentes ..... 22
- 21a- Mandíbulas visibles; labro visible en vista frontal; clípeo no saliente ..... *Ptilodactylidae*
- 21b- Mandíbulas ocultas cuando están cerradas; labro generalmente no visible en vista frontal; clípeo saliente entre las bases de las antenas ..... *Paophenidae*
- 22a- Tarsos tetrámeros, el último artejo más corto que los demás; uñas delgadas; tibias anchas y de borde externo espinoso (Fig. 29); antenas cortas y gruesas ..... *Heteroceridae*
- 22b- Tarsos generalmente pentámeros, último artejo casi tan largo o más largo que los demás (Fig. 30); uñas generalmente grandes; tibias I y II angostas, no espinosas; antenas filiformes o en maza ..... 23
- 23a- Coxas II muy separadas, coxas III cercanas o contiguas; patas retráctiles en un surco; último tarsito más corto que la suma de los restantes ..... *Limnephidae* y *Lutrochidae*
- 23b- Coxas II poco separadas, si lo están entonces las coxas III también; patas no retráctiles; último tarsito tan largo como la suma de los anteriores (Fig. 30) ..... 24
- 24a- Antenas cortas, los últimos 6-9 antenitos en maza pectinada (Figs. 31-32) ..... *Dryopidae*
- 24b- Antenas delgadas, filiformes o clavadas, más alargadas que en 23, sin antenitos modificados (Fig. 33) ..... *Elmidae*

Clave para la identificación de larvas

- 1a- Patas ausentes o vestigiales (no más de un segmento presente); generalmente vermiformes ..... 2
- 1b- Patas reducidas o no (por lo menos 2-3 segmentos), siempre visibles ..... 3
- 2a- Cuerpo generalmente en forma de 'C' (Fig. 34), patas ausentes; cuerpo blando generalmente sin escleritos torácicos; antenas de un solo segmento; labro libre, no fusionado al clípeo (Fig. 4) ..... *Curculionidae*
- 2b- Cuerpo alargado, no en forma de 'C', patas muy reducidas, de un solo segmento; cuerpo blando pero con terguitos torácicos; antenas de tres segmentos; labro fusionado al clípeo (Fig. 5); segmentos abdominales 8 y 9 formando una cámara respiratoria (Fig. 35) ..... *Hydrophilidae* (especies riparias o terrestres)
- 3a- Patas de 6 segmentos (incluyendo el pretarso) (Fig. 36); pretarso con 2 uñas (a veces 1) ..... 4
- 3b- Patas de 5 segmentos o menos (Fig. 37); pretarso con 1 uña ..... 7

- 4a- Último segmento abdominal (décimo) con 4 ganchos (Fig. 38); espiráculos ausentes, respiración por branquias laterales presentes en los uritos 1-9 ..... *Gyrinidae*
- 4b- Último segmento abdominal sin ganchos; con o sin branquias laterales, espiráculos generalmente presentes ..... 5
- 5a- Abdomen con 8 segmentos; pretarso con dos uñas ..... 6
- 5b- Abdomen de 10 segmentos; pretarso con 1 uña ..... *Halipilidae*
- 6a- Cuerpo corto, robusto y muy convexo; patas robustas, cavadoras; mandíbulas con región molar bien definida ..... *Noteridae*
- 6b- Cuerpo alargado; patas casi siempre delgadas, ambulatorias; mandíbulas falcadas, sin área molar, generalmente acanaladas en el margen interno (Fig. 39), aserradas en *Copelatus* (Copelatinae) ..... *Dytiscidae*
- 7a- Labro separado del clípeo por una sutura bien evidente (Fig. 4) ..... 14
- 7b- Labro y clípeo fusionados, formando un nasale o labroclípeo no dividido (Figs. 5 y 40) ..... 8
- 8a- Cuerpo achatado dorsoventralmente, con terguitos torácicos y abdominales bien desarrollados; cabeza cubierta totalmente, o en parte (Fig. 41) por el pronoto; mandíbulas acanaladas; urogonfos ausentes ..... *Lampyridae*
- 8b- Cuerpo generalmente redondo o subcilíndrico en sección transversal; terguitos torácicos y abdominales menos desarrollados o ausentes; cabeza visible en vista dorsal, nunca cubierta por el pronoto; urogonfos generalmente presentes (Fig. 53) ..... 9
- 9a- Estípita de la maxila con una mala interna (Figs. 6 y 42); espiráculos torácicos y abdominales uniformados; urogonfos bien desarrollados, de 1 a 3 segmentos; terguitos abdominales bien desarrollados ..... *Staphylinidae*
- 9b- Estípita de la maxila generalmente sin mala interna; espiráculos torácicos y abdominales bifurcados (muchas veces el último par abdominal es anular y se encuentra dentro de una cámara respiratoria, Fig. 35); urogonfos reducidos, a veces dentro de la cámara respiratoria; terguitos abdominales generalmente reducidos o ausentes ..... *Hydrophiloidea* ..... 10
- 10a- Estípita con mala (lacinia) bien desarrollada (Fig. 43); ápice de la mandíbula bifido; 5 stemmata en cada lado de la cabeza; gula presente (Fig. 6) ..... *Spercheidae*
- 10b- Estípita sin mala (Fig. 45) muy reducida en *Hydrochidae* (Fig. 44); ápice de la mandíbula simple; 6 stemmata en cada lado de la cabeza (pueden estar parcialmente fusionados en algunos géneros); gula ausente (excepto *Hydrochidae*) ..... 11
- 11a- Abdomen con 9 segmentos completos, décimo reducido pero visible; sin cámara respiratoria (Fig. 46) ..... 12
- 11b- Abdomen con 8 segmentos abdominales completos, noveno y décimo reducidos y modificados para formar una cámara respiratoria (Fig. 35) ..... 13
- 12a- Patas reducidas, de 3 segmentos (Fig. 47) ..... *Georissidae*

- 12b- Patas normales, de 5 segmentos ..... *Epimetopidae*
- 13a- Mandíbulas con una área pseudomolar, espinosa, en la base (Fig. 48); gula bien desarrollada (Fig. 6); antenas insertadas cerca del ángulo anterolateral de la cabeza; mala muy reducida pero presente (Fig. 44) ..... *Hydrochidae*
- 13b- Mandíbulas sin área pseudomolar (Fig. 49); gula reducida; inserción de las antenas algo alejada del ángulo anterolateral; mala ausente (Fig. 45) ..... *Hydrophilidae*
- 14a- Tórax y abdomen cortos y obesos, con escleritos pequeños o ausentes ..... 15
- 14b- Tórax y abdomen cilíndricos, achatados o fusiformes, pero nunca obesos, con escleritos evidentes ..... 16
- 15a- Espiráculos cribriformes (Fig. 50); mandíbulas con área molar bien desarrollada, larvas grandes (10 mm o más) ..... *Scarabaeidae*
- 15b- Espiráculos anulares o anulado-bifurcados; mandíbulas sin área molar; larvas más pequeñas ..... *Chrysomelidae*
- 16a- Procesos digitiformes y articulados presentes en por lo menos algunos de los terguitos abdominales (Figs. 51-52); antenas de dos segmentos; larvas muy pequeñas (2 mm o menos) ..... 17
- 16b- Terguitos abdominales sin procesos digitiformes articulados; antenas de por lo menos 3 segmentos; tamaño variado ..... 18
- 17a- Procesos abdominales presentes en los segmentos 1 y 8, cortos (Fig. 51) ..... *Hydroscaphidae*
- 17b- Procesos presentes en los segmentos 1-8, largos (Fig. 52) ..... *Torridincolidae*
- 18a- Abdomen con 10 segmentos; segmento 9 con un par de urogonfos articulados, de 1 ó 2 segmentos (Fig. 53) ..... 19
- 18b- Abdomen con 9 segmentos (en las *Ptilodactylidae* puede tener 10); segmentos 8 ó 9 pueden tener un par de urogonfos, pero estos se encuentran fusionados y son inmóviles ..... 20
- 19a- Mandíbulas falcadas, sin lóbulo molar ..... *Staphylinidae*
- 19b- Mandíbulas con un lóbulo molar bien desarrollado ..... *Hydraenidae*
- 20a- Antenas más largas que la cabeza, multisegmentadas (Fig. 54) ..... *Scirtidae*
- 20b- Antenas cortas, de 3 segmentos ..... 21
- 21a- Cuerpo muy ancho y chato (Fig. 55), segmentos torácicos y abdominales expandidos formando un escudo; cabeza y patas ocultas en vista dorsal ..... *Psephenidae*
- 21b- Cuerpo cilíndrico, subcilíndrico o fusiforme, cabeza y patas visibles ..... 22
- 22a- Último segmento abdominal con un opérculo ventral que cubre la región anal (Figs. 3, 56-57) ..... 23
- 22b- Último segmento abdominal sin opérculo ventral (Fig. 58) ..... 26
- 23a- Cámara opercular con 2 ganchos prensiles y branquias retráctiles (Fig. 57) ..... 24

- 23b- Cámara opercular sin ganchos prensiles y sin branquias retráctiles (Fig. 56); generalmente terrestres ..... 25
- 24a- Último segmento abdominal redondeado posteriormente; abdomen con pleurito en los primeros 4 segmentos ..... *Lutrochidae*
- 24b- Último segmento abdominal escotado posteriormente; abdomen con pleurito en por lo menos 5 segmentos abdominales (Fig. 2) ..... *Elmidae*
- 25a- Opérculo reducido, puede parecer un 10º segmento abdominal; urosternitos 1-7 membranosos; larvas muy pequeñas (5 mm o menos) ..... *Limnchiidae*
- 25b- Opérculo bien desarrollado; segmentos abdominales 1-5 con esternitos pequeños, segmentos 6-8 formando un anillo completo (Fig. 56); tamaño mayor, 7-12 mm ..... *Dryopidae*
- 26a- Abdomen con branquias filamentosas y ganchos en una cámara poco profunda del segmento 9 (Fig. 58) ..... *Ptilodactylidae*
- 26b- Abdomen sin branquias (Fig. 59) ..... *Heteroceridae*

#### Caracterización de las familias

- 1- *Lepiceridae* (= *Cynthoceridae*): Se conoce tan solo un género, *Lepicerus*, con dos especies en México hasta el norte de América del Sur. La biología y las larvas de estos coleópteros son desconocidas. Son coleópteros pequeños (1-2 mm).
- 2- *Torridincolidae*: Hay tres géneros en América del Sur, con 21 especies. Son difíciles de coleccionar, y es poco lo que se sabe de ellos. Las larvas se conocen para dos de los géneros. Son pequeños (1-2,5 mm), y viven en hábitats higroscópicos (cascadas). Se cree que son algófilos, y se sabe que pupan bajo el agua, dentro de la última exuvia larval.
- 3- *Hydroscaphidae*: Incluye dos géneros con cinco especies en Panamá y Brasil. Son pequeños (1-2 mm) y viven en rocas cubiertas por algas tanto en aguas corrientes como en fuentes termales; también pueden encontrarse en márgenes arenosos de arroyos. Los adultos tienen élitros más cortos que el abdomen y antenas cortas, de ocho segmentos, el último de estos alargado. Las larvas de los dos géneros han sido descritas.
- 4- *Gyrinidae*: Se conocen alrededor de 300 especies, agrupadas en cuatro géneros. Dos de ellos, los más numerosos (*Gyrinus* y *Gyretes*) necesitan ser revisados. Los girínidos habitan la superficie de diferentes cuerpos de agua dulce. Son insectos de tamaño pequeño a mediano (2-15 mm); tienen los ojos divididos en una parte superior y una inferior, lo cual les permite ver dentro y fuera del agua al mismo tiempo. Son de colores oscuros (a veces con reflejos metálicos), copulan en la superficie del agua y los huevos son puestos en la vegetación sumergida. Pueden llegar a formar agregaciones muy numerosas, principalmente a fines del verano o principios del otoño. Tienen tres estadios larvales, las larvas son acuáticas, predadoras, y respiran por branquias. Son muy activas y pueden nadar con movimientos ondulantes del cuerpo. Se caracterizan por tener ganchos en el ápice abdominal. Algunas especies construyen

- capullos pupales con material de desecho que recogen de la superficie del agua; estos capullos suelen hallarse sobre plantas emergentes, otras especies pupan en la orilla.
- El abdomen de estos coleópteros se extiende más allá de los élitros, las patas II y III se hallan modificadas para nadar (chatas y con pelos acintados). Tienen glándulas que secretan sustancias defensivas, que tienen mal olor. Por lo general son buenos voladores, pero deben trepar a la vegetación para despegar. También son buenos nadadores bajo la superficie del agua (tienen un reservorio de aire subelital). Se alimentan de insectos que caen en la superficie del agua. Suelen hibernar en el fondo de los cuerpos de agua, o enterrados en la orilla.
- 5- *Haliplidae*: Incluye unas 25 especies en un solo género: *Haliplus*. Es poco lo que se sabe de los estados larvales y biología de las especies sudamericanas, pero aparentemente no se diferencian de las conocidas en el resto del mundo (por lo menos larvas de especies argentinas pueden identificarse, hasta género, con las claves norteamericanas). Son coleópteros pequeños (2-5 mm), tanto larvas como adultos son acuáticos. La coloración suele ser amarillo a castaño claro, generalmente con manchas de color negro. Los primeros tres segmentos abdominales se hallan cubiertos por las placas coxales de las patas III. Tienen pelos nadadores en los tarsos y tibias. Usan oxígeno atmosférico, renovando la reserva subelital cada tanto, nadando hasta la superficie. Se alimentan de material vegetal. Muchas especies pueden ser activas durante el invierno si las temperaturas lo permiten.
- Los huevos son puestos en la vegetación. Las larvas son alargadas y se desplazan caminando sobre la vegetación sumergida, de la cual se alimentan. Pupan en pequeñas cámaras cavadas en la orilla de los cuerpos de agua.
- 6- *Noteridae*: Hay unas 70 especies distribuidas en siete u ocho géneros; de ellos, *Suphisellus* es el que tiene la mayor cantidad de especies, y necesita una revisión. También es necesario mucho trabajo con los estados preimaginales de noteridos, ya que las larvas de varios géneros son aún desconocidas.
- Son coleópteros pequeños (1-5 mm), más comunes en zonas tropicales que en templadas. Viven entre la vegetación acuática, prefiriendo aguas quietas a corrientes. Los adultos se caracterizan por tener una placa esternal chata, de forma subtriangular. Las patas II y III se hallan modificadas para nadar, siendo chatas y con setas cortas y rígidas. Los adultos son predadores, alimentándose de pequeños invertebrados. Los adultos salen a la superficie a respirar, y poseen un reservorio de aire subelital.
- De la biología de las larvas es poco lo que se sabe, aparentemente algunas especies respiran aire atmosférico y otras utilizan el aire de tejidos vegetales. La dieta de las larvas no se conoce, pero la morfología de las mandíbulas sugiere una dieta omnívora. Pupan en el agua, en pequeñas celdillas construidas de material vegetal y barro, el aire lo obtienen de los tejidos vegetales (las larvas antes de pupar hacen unas pequeñas laceraciones en el tejido de la planta).



7- **Dytiscidae:** Las Dytiscidae son el grupo más numeroso y diverso de coleópteros acuáticos. Hay cerca de 500 especies en más de 40 géneros. Hay mucho trabajo por hacer en varias de las tribus y géneros, entre ellos la tribu Bidessini, y géneros como *Laccophilus* y *Copelatus*. Los conocimientos sobre la biología y estados preimaginales de estos coleópteros son parciales, incluso las larvas de varios géneros aún no se conocen. Otro aspecto que necesita trabajo son las relaciones filogenéticas dentro del grupo.

Son comunes y numerosos en la mayoría de los ambientes acuáticos. Están bien adaptados a la existencia acuática, por lo general son buenos nadadores (tanto los adultos como la mayoría de las larvas). El tamaño de los dytiscidos es muy variado (1 a más de 40 mm), y tanto larvas como adultos son predadores. Los adultos suelen ser de coloración oscura, muchas veces con marcas de color más claro. Las antenas son largas, finas, de 11 segmentos. Las patas III se hallan modificadas para nadar, y las patas I pueden mostrar modificaciones, en los machos, para sujetarse a las hembras durante la cópula (ventosas o grupos densos de setas). Al igual que los girínidos, los adultos también pueden tener glándulas defensivas que producen sustancias irritantes (glándulas protorácicas); otras estructuras comunes son órganos estriduladores entre las patas y la superficie ventral del cuerpo. Viven en una gran variedad de ambientes, tanto lénticos como lóticos, incluyendo cuerpos de agua temporarios, aguas hipersalinas y fitotelmata. Respiran aire atmosférico, por lo cual los adultos nadan hasta la superficie en intervalos más o menos regulares; al igual que otros adéfagos, los dytiscidos tienen un reservorio de aire subelital.

Las larvas son alargadas, de color claro. Su cabeza es grande, con fuertes mandíbulas acuniladas, con estas inyectan enzimas digestivas a la presa; en *Copelatus* (Copelatinae) el borde interno de las mandíbulas es aserrado. El único par de espiráculos funcionales es el último abdominal, a través de estos espiráculos respiran aire atmosférico. Se cree que algunas especies pequeñas pueden llegar a tener respiración cutánea. Pupan en cámaras construidas en la orilla, cerca del agua (bajo piedras o entre la vegetación); la duración del estado pupal es de unos pocos días, los adultos farados pueden permanecer enterrados desde unos pocos días hasta varios meses.

8- **Hydrophiloidae:** Es un grupo bastante homogéneo de coleópteros, por lo tanto se los va a tratar como una unidad. De las seis familias que forman este grupo, en la región Neotropical hay 5 presentes: Epimetopidae, Georissidae, Hydrochidae, Spercheidae e Hydrophilidae. Epimetopidae tiene unas 9-10 especies más; es un grupo pobremente estudiado desde el punto de vista de su biología. Georissidae tiene 2-3 especies, dentro del género *Georissus*, en América del Sur y Central, al igual que la familia anterior, los estudios de biología son necesarios. Las Hydrochidae son más numerosas, encontrándose alrededor de 30 especies en un solo género, *Hydrochus*, seguramente hay varias especies más que no se conocen, especialmente en la zona norte de América del Sur; casi nada se sabe de la biología de este grupo, incluso los hábitos alimentarios de las larvas son desconocidos. Spercheidae tiene dos especies en la región, *Spercheus fimbriicollis*, y otra en descripción; viven entre la vegetación acuática de aguas tran-

quilas o estancadas. Finalmente, Hydrophilidae tiene más de 400 especies, distribuidas en unos 40-45 géneros, muchos de estos terrestres. De los géneros acuáticos hay varios que requieren revisiones a nivel regional y mundial: *Oocyclus*, *Anacena*, *Phaenonotum* y *Dactylosternum*. Hay muchos problemas relacionados con la definición o delimitación de varios géneros: *Dactylosternum*, y el grupo formado por *Anacena-Crenitis-Paranacena-Paracymus*.

Al igual que las Dytiscidae esta es una superfamilia muy común y diversa, en ella encontramos especies acuáticas, riparias y terrestres; las especies acuáticas y riparias pueden encontrarse en una gran variedad de hábitats como ser cuerpos de agua lénticos, lóticos, aguas salobres, temporarias y fitotelmata. Los adultos se caracterizan por tener antenas cortas con una maza pubescente, generalmente asimétrica; las antenas generalmente se mantienen adosadas al borde posterior de los ojos y son utilizadas para romper la tensión superficial del agua cuando salen a respirar. Los adultos suelen alimentarse de material vegetal o material orgánico en descomposición (detritívoros). Suelen ser malos nadadores; algunas excepciones son los Hydrophilina y Berosini. Prefieren aguas tranquilas, pero varias especies son comunes en aguas corrientes, tanto en la orilla como en el fondo de ríos y arroyos.

Los huevos son depositados generalmente en grupos, dentro de una ooteca de seda. Las larvas son predadoras, por lo general están pobremente esclerosadas, y son de movimientos más o menos lentos (los Hydrophilina son buenos nadadores). A diferencia de los adultos, las larvas son predadoras (de las Hydrochidae no se conoce la dieta). La respiración de las larvas en general es por medio del par de espiráculos posteriores, modificados y protegidos dentro de una cámara espiracular. Unas pocas especies respiran por medio de branquias traqueales (*Berosus*), o bien pueden llegar a tener respiración cutánea (*Hemiosus*). La mayoría de las larvas sale del agua para pupar, y lo hacen en cámaras pupales construidas en el suelo, cerca de la orilla.

9- **Hydracnidae:** Esta familia tiene alrededor de 65 especies en nueve géneros, pero seguramente hay muchas especies más por describir. Faltan estudios de los ciclos de vida, y de los estados preimaginales, pues hay géneros de los cuales no se conocen las larvas.

Los hidraénidos fueron incluidos, durante muchos años, dentro de los hidrofiloides, pero estudios basados en la morfología de larvas y adultos los pone, actualmente, dentro de los estaflinoideos. Son coleópteros muy pequeños (1-3 mm) que viven en ambientes riparios o asociados a la vegetación litoral, especialmente las algas. Los adultos tienen antenas cortas, con una maza de cinco segmentos. Se alimentan de material vegetal. Los adultos no nadan, pero caminan bajo el agua gracias a una burbuja de aire ventral, que les permite desplazarse dorso abajo por la superficie del agua.

Los adultos ponen huevos cubiertos por unas pocas hebras de seda, cerca del agua, por lo general entre la vegetación o entre las rocas. Las larvas se encuentran en el mismo hábitat que los adultos, y se alimentan de algas; son muy parecidas a las de

estafilínidos, y hace falta estudiarlas con mucho aumento para poder separar las dos familias. Suelen pupar en el suelo, cerca del agua.

10- *Staphylinidae*: Es un grupo primordialmente terrestre, pero hay algunas especies que son riparias, otras que se las puede encontrar sobre la superficie del agua (*Stenus*), y unas pocas que son acuáticas (por lo menos un género de *Oxytelinae*, *Thinobius*, en la Argentina, con adultos, larvas y pupas acuáticos). El número de especies es difícil de establecer pues no hay estudios para la región. Esto hace que sean necesarias revisiones para la familia en toda América del Sur.

Los adultos se caracterizan por tener élitros cortos. La mayoría de las especies son predatoras, tanto larvas como adultos, pero es muy poco lo que se sabe de su biología.

11- *Scarabaeidae*: Este es otro grupo principalmente terrestre, se conoce un género asociado a la vegetación acuática: *Chalepides*. Estos escarabeidos se encuentran en las axilas sumergidas de plantas acuáticas en zonas pantanosas, pero nada más es conocido de la biología de este grupo.

12- *Scirtidae* (= *Helodidae*, = *Cyphonidae*): Se conocen unas 130 especies en siete géneros. Los adultos son terrestres, solamente las larvas son acuáticas. No hay revisiones recientes de esta familia, por lo tanto el conocimiento está desactualizado.

Los adultos son pequeños (2-5 mm), y se encuentran sobre la vegetación cercana a los cuerpos de agua, y son comunes en trampas de luz; sus hábitos alimentarios se desconocen.

Las larvas son fácilmente reconocibles pues tienen un cuerpo chato, alargado, y de antenas largas. Son comunes en hábitats lénticos, pero hay especies que viven en fitotelmata. Se alimentan de material vegetal o de material en descomposición, suelen pupar en el suelo o entre musgo; algunas especies pupan dentro del agua.

13- *Elmidae* (= *Elminthidae*): Es otro grupo numeroso, con unos 30 géneros que incluyen unas 170 especies, pero este número es bajo ya que los élmidos han sido poco estudiados, especialmente en países como la Argentina en donde no existen revisiones. El trabajo con larvas también es pobre, habiendo muchos géneros de los cuales aún no se conocen los estados preimaginales.

De todos los Bhyrrtoidea acuáticos, los élmidos son los más importantes, comunes, y numerosos. Tanto larvas como adultos son acuáticos (con algunas excepciones). Los adultos son pequeños (1-5 mm), de color generalmente oscuro. En algunas especies la cabeza se halla parcialmente retraída; las antenas suelen ser filamentosas y más o menos largas. No son nadadores, pero se desplazan sobre el substrato caminando lentamente. La mayoría vive en aguas corrientes, con alto contenido de oxígeno, pero algunas especies pueden encontrarse en aguas estancadas. Se alimentan de algas y detritos. Tienen respiración por medio de plastrón, y rara vez salen a la superficie, pero son comunes en trampas de luz ya que suelen realizar vuelos de dispersión en verano.

Las larvas no han sido bien estudiadas en América del Sur, lo poco que se conoce se debe a los trabajos de Hinton y Spangler. Suelen vivir en el mismo ambiente que los adultos, y a veces son muy numerosas. La respiración se cree que es una combinación

entre cutánea y por medio de branquias anales. Se alimentan de algas, y su ciclo de desarrollo es lento, entre uno y dos años.

14- *Dryopidae*: Se conocen unos 12 géneros con algo más de 60 especies (algunas terrestres o arbóreas). No hay revisiones recientes, por lo que el número de especies debe ser posiblemente mucho mayor.

Los driópodos están relacionados con los élmidos, y tanto larvas como adultos se asemejan a estos. Su tamaño es pequeño (3-8 mm), y suelen ser de colores oscuros, con la cabeza retraída dentro del protórax. El cuerpo puede diferir entre pubescente y glabro, las antenas son cortas, formando una maza pectinada de seis o más antenitos. Los driópodos tienen una burbuja de aire que actúa como branquia física. Se alimentan de algas, y pueden hallarse bajo rocas o entre la vegetación y raíces de la zona litoral, tanto en aguas corrientes como estancadas.

Las larvas pueden ser acuáticas o terrestres (pero siempre viviendo cerca del agua), pero es muy poco lo que se sabe de la biología de estos coleópteros.

15- *Lutrochidae*: Hasta hace poco *Lutrochus* estaba incluido dentro de las *Limnichidae*, actualmente se le adjudica su propia familia. Esta familia monotípica tiene unas seis especies en América del Sur, no hay revisiones recientes por lo que el número debe ser mayor.

Son coleópteros pequeños (2-4 mm) de color oscuro y cuerpo pubescente. Las antenas tienen los dos segmentos basales agrandados, y los nueve restantes ligeramente clavados. Las especies norteamericanas se encuentran en aguas corrientes, sobre las rocas muy cerca de la superficie del agua, siempre sobre superficies húmedas y salpicadas por la corriente.

Las larvas son acuáticas y suelen vivir en incrustaciones calcáreas formadas por algas. Se alimentan de algas y materia orgánica presente en estas incrustaciones. Los lutrochidos pupan en cámaras cavadas en el suelo o en madera en descomposición.

16- *Limnichidae*: Se conocen unas 45 especies en 10 géneros; hay algunas revisiones más o menos recientes, pero seguramente el número de especies es mayor.

Son escarabajos pequeños (0,5-4 mm), compactos y pubescentes, de colores oscuros. No son realmente acuáticos, sino que viven asociados a los ambientes acuáticos, como los lutrochidos. Las pocas larvas que se conocen (de especies europeas) son terrestres, viviendo cerca del agua, pero no se conoce la biología completa de ninguna especie.

17- *Heteroceridae*: Los heteroceridos tienen unas 25-30 especies agrupadas en 4 géneros. La última revisión que incluye América del Sur es la de Pacheco (1964), la cual está desactualizada, pese a que en trabajos posteriores agregó algunas especies. Otro aspecto descuidado para la región es la biología y el estudio de las larvas de este grupo.

Tanto los adultos como las larvas son riparios. Los adultos son pequeños a medianos (1-8 mm), y viven junto con las larvas en túneles excavados en las orillas, pero no tienen adaptaciones especiales para la vida acuática. Los adultos son muy característicos, tienen una forma deprimida, con mandíbulas generalmente grandes; las tibiales anteriores tienen un

'peine' sobre el margen posterior. El cuerpo está cubierto por una fina pubescencia, y generalmente son de colores pardos con marcas longitudinales amarillentas.

Las larvas son campodeiformes, muy activas, se caracterizan por tener el tórax más ancho que el resto del cuerpo. Se alimentan del substrato en el que viven, del cual extraen las algas y materia orgánica.

**18- Psephenidae (incluye Eubriidae):** Se conocen cuatro géneros con ocho especies para la región. Hace falta una revisión de las Psephenidae sudamericanas, así como trabajos con la biología y larvas de estos coleópteros. Son importantes como indicadores de calidad de agua y de estabilidad ambiental.

Este es un grupo pequeño pero muy homogéneo de Bhyroidea. Son de tamaño pequeño (2-6 mm), y siempre se los colecta en aguas corrientes claras y bien oxigenadas. Los adultos son pubescentes, de color oscuro, y por lo general no son fáciles de coleccionar pues viven poco (pero suelen volar a trampas de luz). Se los encuentra sobre rocas o troncos, cerca del nivel del agua y en lugares húmedos.

Las larvas por lo general son abundantes, y se las halla debajo de rocas en ríos y arroyos. Tienen forma ovalada a circular, y son muy chatas. Respiran por medio de branquias traqueales, en Eubriidae estas se encuentran alojadas dentro de una cámara presente en el 9º segmento abdominal. Se alimentan de algas que viven adheridas al substrato. Suelen pupar fuera del agua, en el suelo, pero algunas especies pupan bajo el agua, protegidas por la última exuvia larval.

**19- Ptilodactylidae:** Es un grupo bastante numeroso, con más de 200 especies y unos 8 géneros, en América del Sur. No hay revisiones recientes de este grupo, y la clasificación de estos coleópteros es conflictiva, en muchos casos, pues hay subfamilias y géneros que posiblemente representan agrupaciones parafiléticas. Por otro lado, es muy poco lo que se conoce de las larvas y biología de estos insectos.

Los adultos son todos terrestres, solamente algunas larvas son acuáticas. Los adultos son de tamaño pequeño a mediano (3-15 mm), de color rojizo a negro. Tienen antenas que van de filiformes hasta pectinadas, dependiendo de la especie y del sexo. Se los suele encontrar en la orilla, sobre la vegetación también acuden a trampas de luz.

Las larvas son cilíndricas y alargadas, y suelen vivir en aguas poco profundas, enterradas en el substrato. Tienen branquias anales o filamentos branquiales en los primeros siete segmentos abdominales. La pupación sucede en el suelo, cerca del agua.

**20- Lampyridae:** Los lampíridos están muy pobremente estudiados en América del Sur, por lo que es difícil establecer el número de especies y géneros. También es muy poco lo que se sabe de los estados preimaginales y de la biología de lampíridos.

La mayoría de las especies son terrestres, hay varias que viven asociadas a los ambientes acuáticos (riparias) y unas pocas que se hallan sobre la vegetación flotante, se conocen por lo menos 2 especies acuáticas atribuidas, con duda, al género *Photinus* (Trémouilles *et al.* 1995). En otras regiones se conocen algunas especies acuáticas, cuyas larvas tienen branquias. Los adultos son de cuerpo blando, tienen colores cla-

ros, muchas veces con bandas longitudinales; las antenas son largas, de filiformes a pectinadas.

Las larvas son campodeiformes, levemente achatadas, y de hábitos predadores, alimentándose de caracoles y gusanos. Tienen una cabeza que es parcialmente retráctil dentro del tórax, y mandíbulas acanaladas, a través de las cuales inyectan enzimas digestivas a la presa.

**21- Chrysomelidae:** Familia muy diversa, principalmente terrestre; como este grupo no está bien estudiado en América del Sur es difícil dar un número de géneros y especies que puedan ser acuáticos. Se conocen por lo menos dos géneros de crisomélidos que viven sobre la vegetación acuática, pero no se sabe mucho sobre la biología larval.

Especies norteamericanas del género *Donacia* (no presente en América del Sur), han sido mejor estudiadas desde el punto de vista de su biología. Los adultos son terrestres, encontrándose en la vegetación cercana a pantanos u otro tipo de aguas estancadas, pero las larvas son acuáticas, viviendo entre las raíces y tallos de plantas acuáticas, respirando el aire atrapado en tejidos vegetales (aerénquima) a través de pequeños 'cuernos' que clavan en la planta (espiráculos modificados del octavo segmento abdominal). Para pupar, anclan los espiráculos al tejido vegetal y tejen una celda pupal con secreciones producidas por glándulas que se hallan en su boca. Las larvas se alimentan de tejidos vegetales, mientras que los adultos se alimentan de polen.

**22- Curculionidae:** Esta es otra familia muy numerosa, terrestre en casi su totalidad. Al igual que los crisomélidos, hay varios géneros y especies asociados a la vegetación acuática. En la Subfamilia Erihniinae, actualmente considerada como familia (Morrone y Posadas, 1998; Morrone y O'Brien, 2000), la mayoría de los géneros y especies son acuáticos, en el resto de las Curculionidae, solo algunas especies de varias subfamilias son acuáticas o semiacuáticas. Son necesarios trabajos revisionales y de biología de este grupo tan importante (muchas especies son utilizadas como control biológico de camalotes y otras plantas acuáticas).

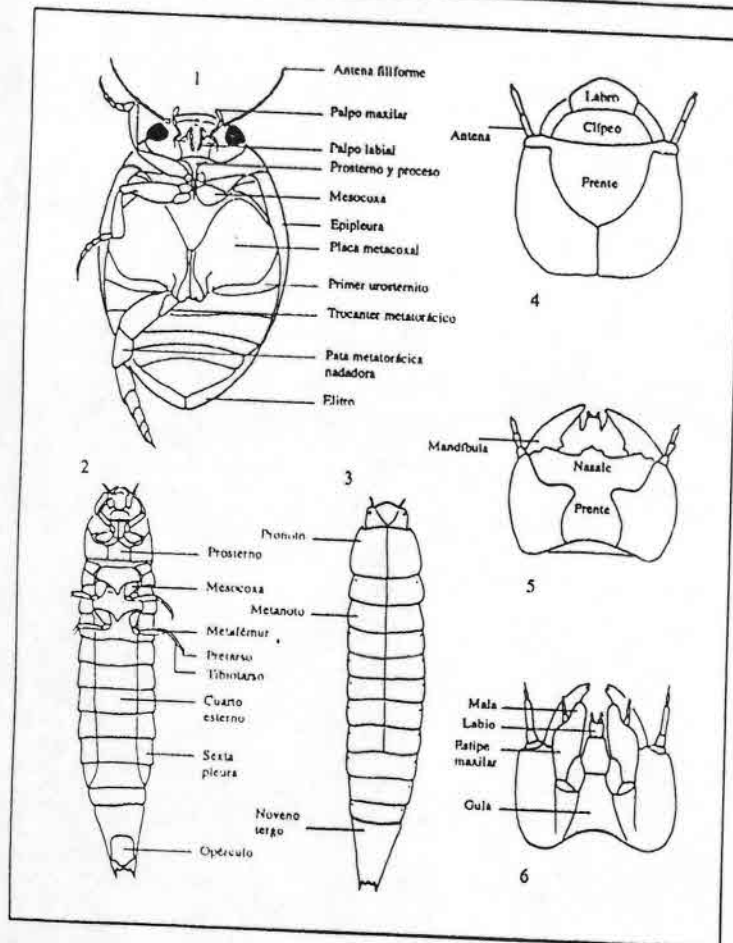
Tanto larvas como adultos son fitófagos. Las especies acuáticas (o semiacuáticas) se hallan asociadas por lo general a ambientes lénticos. Las larvas son minadoras de tejidos, y viven dentro de los tallos, hojas, o raíces de las plantas, respirando el aire de los tejidos, por lo tanto no presentan adaptaciones especiales para vivir en el agua.

## BIBLIOGRAFÍA

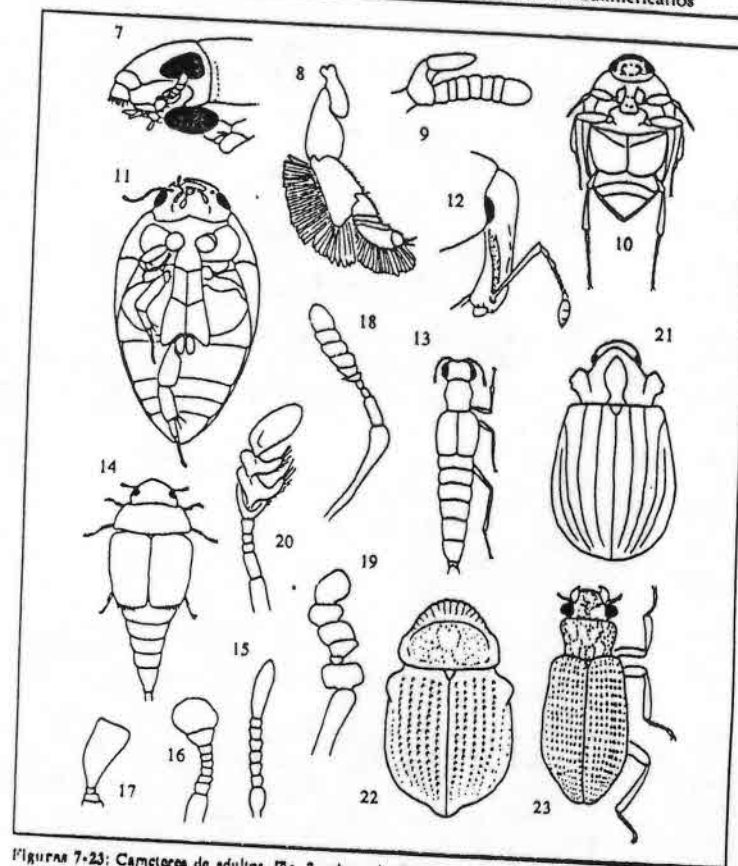
- Archangelsky, M. 1997 (1998). Studies on the biology, ecology, and systematics of the preimaginal stages of New World Hydrophiloidae (Coleoptera: Staphyliniformia). Bull. Ohio Biol. Surv. (New Series) 12 (1): ix + 207 pp.
- Archangelsky, M. 2000. Immature stages of Neotropical Hydrophilidae (Coleoptera): *Hydramata argentina* (Knisch, 1925) and *Hemiotus bruchi* Knisch, 1924. Proc. ent. Soc. Wash. 102 (2): 280-291.
- Bertrand, H. P. I. 1972. Larves et nymphes des coléoptères aquatiques du globe. F. Paillart, Abbeville.
- Bertrand, H. P. I. 1977. Larves et nymphes des coléoptères aquatiques du globe. Errata et addenda. F. Paillart, Abbeville.
- Bournaud, M., P. Richoux and P. Usseglio-Polatera. 1992. An approach to the synthesis of qualitative ecological information from aquatic Coleoptera communities. Reg. Rivers: Res. Manag. 7: 165-180.
- Costa, C., S. Vanin and S. A. Casari-Chen. 1988. Larvas de Coleoptera do Brasil. Museo de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Epler, J. H. 1996. Identification manual for the water beetles of Florida. State of Florida Department of Environmental Protection, Division of Water Facilities, Tallahassee, Florida.
- Fernández, L. A. y Bachmann, A. O. 1998. Hydrophiloidae, pp. 218-226. En: J. J. Morrone y S. Coscarón (eds.), Biodiversidad de Artrópodos Argentinos. Una Perspectiva Biotaxonómica. Ediciones Sur, La Plata.
- Grosso, L. E. 1994. Revisión de las especies neotropicales del género *Siphis* Aubé, con la descripción de *S. ticky* n. sp. (Coleoptera: Noteridae). Acta Zool. Lill. 42: 225-238.
- Hansen, M. 1998. World Catalogue of Insects. Volume 1, Hydraenidae (Coleoptera). Apollo Books, Stenstrup, Denmark.
- Hansen, M. 1999. Fifteen new genera of Hydrophilidae (Coleoptera), with remarks on the generic classification of the family Ent. Scandinavica 30:121-172.
- Hurlbert, S. H., (ed.). 1977. Aquatic Biota of Southern South America: Coleoptera, pp. 213-247. San Diego State University, San Diego, California.
- Lawrence, J. F. 1991. Coleoptera, pp. 144-658. In: E. W. Stehr (ed.), Immature Insects, Volume 2. Kendall/Hunt Publishing Co.
- Lawrence, J. F. and A. F. Newton. 1995. Families and subfamilies of Coleoptera (with selected genera, notes, references and data on family-group names), pp. 779-1006. In: J. Pakaluk and S. A. Slipinski (eds.), Biology, Phylogeny, and Classification of Coleoptera, Papers Celebrating the 80<sup>th</sup> Birthday of Roy A. Crowson. Muzeum i Instytut Zoologii PAN, Warszawa.
- Morrone J. J. y P. E. Posadas. 1998. Curculionoidae, pp. 250-278. En: J. J. Morrone y S. Coscarón (eds.), Biodiversidad de Artrópodos Argentinos. Una Perspectiva Biotaxonómica. Ediciones Sur, La Plata.
- Morrone J. J. and C. W. O'Brien. 2000. The aquatic and semiaquatic weevils (Coleoptera: Curculionoidae: Curculionidae, Dryophthoridae and Eirrhiniidae) of Argentina, with indication of their host plants. Physis, C, 57 (132-133): 25-37.
- Oliva, A. 1993. Some types of *Berarus* (Coleoptera: Hydrophilidae) kept in the collections of the Institut royal des Sciences naturelles de Belgique. Bull. Ann. Soc. r. Belg. Ent. 129(1993): 183-230.
- Oliva, A. 1996. The genus *Hydrochus* Leach (Coleoptera: Hydrophiloidae: Hydrochilidae) in South America, with special reference to Argentina. Bull. Ann. Soc. r. Belg. Ent. 132(1996): 301-341.
- Pacheco, F. M. 1964. Sistemática, Filogenia y Distribución de los heteroceridos de América (Col. Heteroceridae). Escuela Nacional de Agricultura, Colegio de Post-graduados, Chapingo, México. Monografías Misceláneas N° 1.

- Perkins, P. D. 1997. Life on the effective bubble: exocrine secretion delivery systems (ESDS) and the evolution and classification of beetles in the family Hydraenidae (Insecta: Coleoptera). Ann. Carnegie Mus. 66 (2): 89-207.
- Rivera, I. and O. N. Foster. 1992. Uso de coleópteros acuáticos como indicadores biológicos (Coleoptera). Elytron 6: 61-75.
- Shepard, W. D. (inedito). Worldwide Bibliography of Aquatic and Semiaquatic Dryopoidae. (Se consigue por correo mandando un disquete al autor: Department of Biology, California State University - Sacramento, 6000 J. Street, Sacramento, CA 95819 USA. E-mail: williams.shepard@csus.edu).
- Spangler, P. J. 1981. Coleoptera, pp. 129-220. In: Hurlbert, S. H., O. Rodríguez and N. D. Santos (eds.), Aquatic Biota of Tropical South America, Part 1. San Diego State University, San Diego, California.
- Spangler, P. J. 1982. Coleoptera, pp. 328-397. In: Hurlbert, S. H. and A. Villalobos-Figueroa (eds.), Aquatic Biota of Mexico, Central America, and the West Indies. San Diego State University, San Diego, California.
- Trémouilles, E. R. 1998a. Dytiscidae, pp. 210-217. En: J. J. Morrone y S. Coscarón (eds.), Biodiversidad de Artrópodos Argentinos. Una Perspectiva Biotaxonómica. Ediciones Sur, La Plata.
- Trémouilles, E. R. 1998b. Heteroceridae, pp. 227-231. En: J. J. Morrone y S. Coscarón (eds.), Biodiversidad de Artrópodos Argentinos. Una Perspectiva Biotaxonómica. Ediciones Sur, La Plata.
- Trémouilles, E. R., A. Oliva y A. O. Bachmann. 1995. Insecta, Coleoptera, pp. 1133-1197. En: E. C. Lopretto y O. Tell (eds.), Ecosistemas de Aguas Continentales, Metodologías para su Estudio. Ediciones Sur, La Plata.
- White, D. S. and W. U. Brigham. 1996. Coleoptera, pp. 399-473. In: R. W. Merritt, and K. W. Cummins (eds.), An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Third Edition. Kendall/Hunt Publishing Co., Dubuque, Iowa.

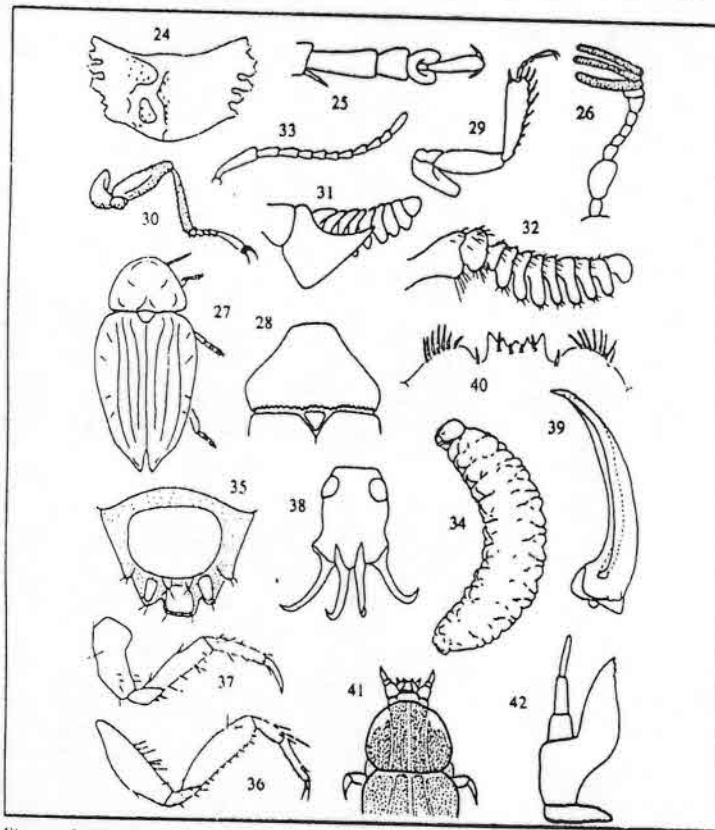




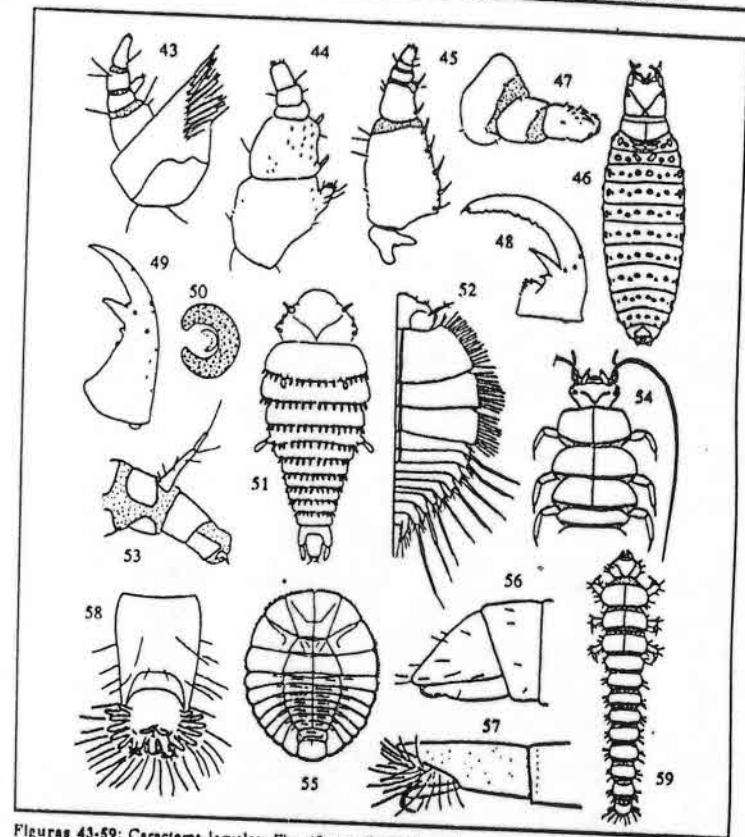
Figuras 1-6: Caracteres generales de larvas y adultos. Fig. 1, vista ventral de *Laccophilus* sp. (Dytiscidae), adulto; Fig. 2, vista ventral de *Macrelmis* sp. (Elmidae), larva; Fig. 3, vista dorsal de *Macrelmis* sp. (Elmidae), larva; Fig. 4, cabeza de larva con labro, vista dorsal; Fig. 5, cabeza de larva con nasale, vista dorsal; Fig. 6, cabeza de larva y piezas bucales, vista ventral.



Figuras 7-23: Cametores de adultos. Fig. 7, cabeza de *Gyrinus* sp. (Gyrinidae), vista lateral; Fig. 8, pata metatorácica de *Gyrinus* sp. (Gyrinidae); Fig. 9, antena de *Gyrinus* sp. (Gyrinidae); Fig. 10, vista ventral de *Halipilus* sp. (Halipilidae); Fig. 11, vista ventral de *Hydrocanthus* sp. (Noteridae); Fig. 12, cabeza de *Astronotus* sp. (Curculionidae), vista lateral; Fig. 13, vista dorsal de *Stenus* sp. (Staphylinidae); Fig. 14, vista dorsal de *Hydroscapha* sp. (Hydroscaphidae); Fig. 15, antena de *Hydroscapha* sp. (Hydroscaphidae); Fig. 16, antena de *Ytu* sp. (Tomidicolidae); Fig. 17, antena de *Lepiceris* sp. (Lepiceridae); Fig. 18, antena de *Hydraena* sp. (Hydraenidae); Fig. 19, antena de *Spercheus* sp. (Spercheidae); Fig. 20, antena de *Hydrophilus* sp. (Hydrophilidae); Fig. 21, vista dorsal de *Epimetopus* sp. (Epimetopidae); Fig. 22, vista dorsal de *Georissus* sp. (Georissidae); Fig. 23, vista dorsal de *Hydrochus* sp. (Hydrochidae).



Figuras 24-42: Caracteres de adultos (Figs. 24-33) y larvas (Figs. 34-42). Fig. 24, pronoto de *Spercheus* sp. (Spercheidae), vista dorsal; Fig. 25, tarso de Chrysomelidae; Fig. 26, antena de *Chalepides* sp. (Scarabaeidae, Melolonthinae); Fig. 27, vista dorsal de *Apsiloma* sp. (Lampyridae); Fig. 28, pronoto de *Ptilodactyla* sp. (Ptilodactylidae); Fig. 29, pata anterior de Heteroceridae; Fig. 30, pata de Elmidae; Fig. 31, antena de *Helichus* sp. (Dryopidae); Fig. 32, antena de *Pelonomus* sp. (Dryopidae); Fig. 33, antena de Elmidae; Fig. 34, larva de *Listronotus* sp. (Curculionidae), vista lateral; Fig. 35, atrio espiracular de *Dactylosternum* sp. (Hydrophilidae), vista dorsal; Fig. 36, pata mesotorácica de *Pachyderus* sp. (Dytiscidae); Fig. 37, pata mesotorácica de *Berosus* sp. (Hydrophilidae); Fig. 38, último segmento abdominal de *Gyrinus* sp. (Gyrinidae); Fig. 39, mandíbula derecha de *Hydatellus* sp. (Dytiscidae); Fig. 40, nasale de *Hydramara* sp. (Hydrophilidae); Fig. 41, cabeza y protórax de *Pyropyga* sp. (Lampyridae); Fig. 42, maxila con estípites llevando una mala.



Figuras 43-59: Caracteres larvales. Fig. 43, maxila de *Spercheus* sp. (Spercheidae); Fig. 44, maxila de *Hydrochus* sp. (Hydrochidae); Fig. 45, maxila de Hydrophilidae; Fig. 46, vista dorsal de *Georissus* sp. (Georissidae); Fig. 47, pata de *Georissus* sp. (Georissidae); Fig. 48, mandíbula de *Hydrochus* sp. (Hydrochidae); Fig. 49, mandíbula de Hydrophilidae; Fig. 50, espiráculo cribiforme de Scarabaeidae; Fig. 51, vista dorsal de *Hydroscapha* sp. (Hydroscaphidae); Fig. 52, vista dorsal de *Yth* sp. (Torridincolidae); Fig. 53, segmentos abdominales 9 y 10 de *Hydraena* sp. (Hydraenidae), vista lateral; Fig. 54, cabeza y tórax de *Cyphon* sp. (Scirtidae), vista dorsal; Fig. 55, vista dorsal de *Psephenus* sp. (Psephenidae); Fig. 56, ápice abdominal de *Helichus* sp. (Dryopidae), vista lateral; Fig. 57, ápice abdominal de Elmidae, vista lateral; Fig. 58, ápice abdominal de *Anchytarsus* sp. (Ptilodactylidae), vista ventral; Fig. 59, vista dorsal de Heteroceridae.

## capítulo 7

# DIPTERA: Generalidades

M. LIZARRALDE DE GROSSO

### INTRODUCCIÓN

Los dípteros son insectos holometábolos que se reconocen por la presencia de un solo par de alas membranosas; el par posterior está reducido a balancines o halterios en forma de clava; en concordancia con este carácter el pro y metatorax también están reducidos; algunos son secundariamente ápteros. Las larvas, pueden ser acéfalas, hemicéfalas o eucéfalas, apnéusticas, anfipnéusticas, o metapnéusticas, no poseen verdaderas patas, pero pueden tener varios pares de falsas patas o espuripedios. Las pupas pueden ser activas (ej. Culicidae) en las familias menos evolucionadas, pero a medida que se avanza en el árbol filogenético, tienden a estar encerradas en la última exuvia larval, que forma un pupario protector (ej. Ephydriidae).

Aproximadamente la mitad de las especies que constituyen el orden tienen relación con el agua, algunas familias tienen todos sus estados preimaginales acuáticos (Blephariceridae, Culicidae, Chironomidae); otras tienen escasa representación en las aguas dulces (ej. Phoridae, Canacidae, Scatophagidae); en otros casos como ocurre con los Ptychopteridae, no tienen representantes en América del Sur. La variedad de habitats que ocupan los estados preimaginales de dípteros acuáticos es muy superior

---

Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos  
H. R. FERNÁNDEZ y E. DOMÍNGUEZ (Editores)

Serie: Investigaciones de la UNT. Subserie: Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de Tucumán

a las de cualquier otro orden de insectos (Wirth & Stone 1968). La posibilidad de ser acuáticos está íntimamente relacionada con sus mecanismos de respiración, algunos hasta poseen pigmentos respiratorios (Chironomidae). Hay especies muy bien adaptadas a altas concentraciones salinas, tanto continentales como en los litorales marinos (ej. Ephydriidae, Ceratopogonidae) o en aguas termales sulfurosas (ej. Simuliidae, Ephydriidae, Culicidae) (Rivosecchi 1984).

En el siglo XX se han publicado algunos trabajos muy importantes donde se trata exclusivamente el orden Diptera o los insectos acuáticos en general; entre los que no pueden dejar de mencionarse: Peterson (1951), Hennig (1948, 1952 y 1981), Johannsen (1934, 1935 y 1937), Usinger (1968), Merritt & Cummins (1984). Varias familias del orden han sido tratadas en obras generales sobre fauna sudamericana como Ringuelet (1981), Castellanos (1991-1993), Hurlbert (1977), Lopretto y Tell (1995), Morrone y Coscarón (1998). Se deben mencionar también el importantísimo catálogo de Dípteros de las Américas al Sur de los Estados Unidos editado por Papavero (1970-) y el Directorio de Dípteros Sudamericanos de J.B. de Carvalho, <http://zoo.bio.ufpr.br/diptera/south/index.html>, donde figuran los especialistas en el tema.

La denominación de las estructuras y la clasificación sobre dípteros utilizada en los textos de la últimas décadas sigue a Mc Alpine *et al.* (1981) y Mc Alpine (1987 y 1989).

Por ser un grupo tan diversificado aun dentro de cada familia, casi la totalidad de los métodos de colecta, fijación y montaje son útiles. Estas técnicas están detalladas en la mayoría de los libros ya mencionados.

El orden es, dentro de los insectos, el de mayor importancia médico-veterinaria. Muchos de los dípteros de biología acuática son los responsables de la transmisión de malaria, filariasis, leishmaniasis, dengue, fiebre amarilla, encefalitis, etc. (Lane & Crosskey 1993). Peces, aves, crustáceos, odonatos, coleópteros y hemípteros se alimentan de larvas y pupas de dípteros acuáticos. Esta característica es utilizada para controlar sus poblaciones, como es el caso de *Gambusia* y otros peces, agentes eficaces de control de larvas de mosquitos. Los dípteros acuáticos tienen además numerosos grupos de parásitos: virus, bacterias, protozoos, nemátodos, ácaros, y parasitoides, en su mayoría del orden Himenoptera (Colless & McAlpine 1991), utilizados también en control biológico.

## FAMILIAS DE DÍPTEROS ACUÁTICOS

### 1. Suborden Nematocera

#### 1.1 Infraorden Tipulomorpha:

Tipulidae  
Tanyderidae

#### 1.2 Infraorden Blephariceromorpha: Deuterophlebiidae

#### 1.3 Infraorden Psychodomorpha: Psychodidae

#### 1.4 Infraorden Ptychopteromorpha: Ptychopteridae

#### 1.5 Infraorden Culicomorpha:

Culicidae  
Dixidae  
Chaoboridae  
Thaumalidae  
Simuliidae  
Ceratopogonidae  
Chironomidae

### 2. Suborden Brachycera

#### 2.1 Infraorden Tabanomorpha:

Pelicerhynchidae  
Rhagionidae  
Athericidae  
Tabanidae  
Stratiomyidae

#### 2.2 Infraorden Asilomorpha:

Dolichopodidae  
Empididae

#### 2.3 Infraorden Muscomorpha:

Syrphidae  
Sciomyzidae  
Ephydriidae  
Scathophagidae  
Muscidae  
Sarcophagidae

Las 25 familias mencionadas arriba están incluidas en la clave adjunta. Hay además algunas otras familias con hábitos acuáticos:

- Phoridae (numerosos representantes parásitos de moluscos, insectos, etc.).
- Canaceidae (en litorales marinos, los pocos representantes de agua dulce no están presentes en América del Sur).
- Ptychopteridae (no tiene representantes en América del Sur).

Clave de larvas de familias acuáticas

- 1a- Mandíbulas moviéndose una contra la otra en un plano horizontal u oblicuo; generalmente con dos o más dientes apicales. Cápsula cefálica generalmente completa y expuesta (larvas eucéfalas) o parcialmente retraída en el tórax e incompleta (Fig. 1) ..... *Nematocera*, 2
- 1b- Ambas mandíbulas moviéndose en paralelo, en un plano vertical, generalmente con forma de gancho u hoz, sin dientes secundarios apicales. Cápsula cefálica con distinto grado de reducción y parcial o totalmente retráctil (hemicéfala) o reducida solamente a un esqueleto cefalofaríngeo interno (Fig. 2) ..... *Brachycera*, 13
- 2a- Cápsula cefálica retráctil total o parcialmente en el tórax. Sistema respiratorio generalmente metapnéustico, o raramente apnéustico ..... *Tipulidae*
- 2b- Cápsula cefálica completa nunca retráctil en el tórax. Sistema respiratorio generalmente no como en el caso anterior ..... 3
- 3a- Cabeza, tórax y primer segmento abdominal fusionados. Con un disco succionador mediano-ventral, en ese segmento compuesto y en los siguientes cinco segmentos (Fig. 3) ..... *Blephariceridae*
- 3b- Cabeza, tórax y primer segmento abdominal, separados. Discos succionadores presentes o ausentes ..... 4
- 4a- Propatas con ganchos apicales, presentes en los primeros siete segmentos abdominales ..... *Deuterophlebiidae*
- 4b- Sin las características anteriores ..... 5
- 5a- Segmentos torácicos fusionados e indiferenciados, formando un segmento aplanado que es más ancho que los segmentos abdominales. Un penacho de setas en el último segmento abdominal ..... 6
- 5b- Segmentos torácicos diferenciados, nunca más anchos que los segmentos abdominales. Sin penacho de setas en el último segmento abdominal ..... 7
- 6a- Un cepillo de setas a cada lado del labro. Antenas de largo moderado, generalmente con setas apicales cortas ..... *Culicidae*
- 6b- Setas labrales ausentes o escasas, antenas a veces prensiles con largas setas apicales (Fig. 4) ..... *Chaoboridae*

- 7a- Propatas de los segmentos abdominales I y generalmente II con ganchos. Abdomen con dos procesos posterolaterales aplanados detrás del espiráculo posterior (Fig. 5) ..... *Dixidae*
- 7b- Sin propatas en los segmentos abdominales I y II. Abdomen sin procesos posterolaterales aplanados ..... 8
- 8a- Protórax con, por lo menos, una propata ventral (Fig. 6) ..... 9
- 8b- Protórax sin propatas ..... 11
- 9a- Cápsula cefálica generalmente con un par de estructuras en forma de abanicos dorsolaterales labrales. Abdomen ensanchado apicalmente. Segmento terminal con un anillo de numerosas hileras de setas en forma de ganchillos (Fig. 6) ..... *Simuliidae*
- 9b- Cápsula cefálica sin abanicos labrales. Abdomen no ensanchado apicalmente. Segmento terminal sin anillo de ganchillos pero a veces con una o dos propatas llevando ganchos ..... 11
- 10a- Larvas anfipnéusticas; espiráculos anteriores en un tronco corto; espiráculos posteriores abriéndose en un ojal transversal entre procesos digitiformes en el segmento abdominal VIII. Propatas protorácicas y terminales impares ..... *Thaumaleidae*
- 10b- Larvas apnéusticas. Propatas protorácicas y terminales pares o por lo menos con una pequeña separación entre las espinas o ganchos apicales ..... *Chironomidae*
- 11a- Segmento abdominal VIII con un par de procesos largos, filamentosos, naciendo lateralmente detrás de los espiráculos. Segmento abdominal IX con un par de procesos similares a los anteriores y con un par de propatas ..... *Tanyderidae*
- 11b- Últimos segmentos del abdomen sin procesos largos. A veces con un par de propatas posteriores ..... 12
- 12a- Larvas apnéusticas, angostas, pulidas, con segmentos semejantes entre sí. Setas largas solo presentes en una propata única, terminal ..... *Ceratopogonidae*
- 12b- Larvas anfipnéusticas o metapnéusticas, generalmente anilladas y con segmentos secundarios. Con placas diferenciadas esclerotizadas en la mayoría de los segmentos ..... *Psychodidae*
- 13a- Región cefálica generalmente expuesta parcialmente, con partes esclerotizadas. Labro, mandíbulas o maxilas evidentes ..... 14
- 13b- Región cefálica sin partes esclerotizadas. El segmento membranoso anterior al protórax lleva dos pares de papilas consideradas vestigios de antenas y palpos y un esqueleto cefalofaríngeo retraído completamente en el protórax, que puede estar ausente en las especies parásitas ..... 20
- 14a- Cuerpo deprimido. Tegumento con deposiciones calcáreas evidentes. Cápsula cefálica expuesta y con escaso movimiento (Fig. 7) ..... *Stratiomyidae*



14b-	Cuerpo de varias formas. Tegumento sin deposiciones calcáreas evidentes. Cápsula cefálica muy móvil .....	15
15a-	Con un cepillo de espinas asociado a cada mandíbula. Parte anterior de la región cefálica expuesta, continua con la parte unida al protorax, sin interrupciones aparentes .....	16
15b-	Sin ese cepillo de espinas en las mandíbulas. Parte anterior de la región cefálica expuesta, separada de la parte posterior por un surco bien marcado que da flexibilidad a las dos porciones .....	19
16a-	Larvas apnéusticas .....	17
16b-	Larvas metapnéusticas o anfipnéusticas .....	18
17a-	Larvas algo aplanadas dorsoventralmente. Todos los segmentos abdominales con un par de propatas con ganchos. Dos tubérculos caudales en el último segmento abdominal .....	Athericidae
17b-	Larvas cilíndricas, sin tubérculos ni propatas .....	Pelecorhynchidae
18a-	Espiráculos posteriores dentro de fisuras a cada lado de un par de varillas o de una espina retráctil .....	Tubaniidae
18b-	Espiráculos posteriores expuestos, circulares u ovales .....	Rhagionidae
19a-	Segmento terminal con cuatro lóbulos cerca de los espiráculos posteriores. Un par de propatas abdominales .....	Dolichopodidae
19b-	Segmento terminal con una única protuberancia debajo de los espiráculos posteriores; si es más de una, con 7 u 8 pares de propatas abdominales con ganchos .....	Empididae
20a-	Tubérculos setiformes presentes en algunos de los segmentos anteriores al terminal .....	21
20b-	Sin tubérculos, o situados solo en el segmento terminal del abdomen .....	22
21a-	Tubérculos presentes solo en segmentos abdominales .....	Ephydriidae (en parte)
21b-	Tubérculos presentes en segmentos torácicos y abdominales .....	Muscidae (en parte)
22a-	Esqueleto cefalofaríngeo con un arco ventral debajo de la base de las mandíbulas .....	Sciomyzidae
22b-	Esqueleto cefalofaríngeo sin esa estructura .....	Ephydriidae (en parte)
23a-	Espiráculos posteriores sésiles en la superficie del segmento anal y sin un peritremia esclerotizado, o con las aberturas espiraculares abriéndose en ojales de posición vertical u oblicua .....	Sarcophagidae
23b-	Espiráculos posteriores más o menos elevados del plano terminal del segmento y con características diferentes al caso anterior .....	Scathophagidae (en parte)
24a-	Placa espiracular posterior con una o más espinas o lóbulos o con un ribete sobre el margen dorsal .....	Scathophagidae (en parte)
24b-	Placa espiracular posterior sin esas estructuras en el margen .....	Muscidae (en parte)

Clave de adultos de familias acuáticas

1a-	Flagelo antenal generalmente con cuatro o más flagelómeros libres, con los segmentos apicales no formando un estilo o arista. Palpos generalmente de 3 a 5 segmentos .....	Nematocera, 2
1b-	Flagelo antenal generalmente formando un segmento terminal o dorsal, en forma de estilo o arista .....	Brachycera, 18
2a-	Alas con una red de finas líneas entre las verdaderas nervaduras, lóbulo anal muy desarrollado (Fig.8) .....	3
2b-	Alas sin esas características .....	4
3a-	Alas generalmente anchas, en forma de abanico. Flagelo con cuatro flagelómeros, el último muy largo en los machos (Fig.8) .....	Deuterophlebiidae
3b-	Alas más largas y angostas que en el caso anterior. Flagelo con 11 a 13 flagelómeros, el último no alargado .....	Blephariceridae
4a-	Halterios con un apéndice basal, el prehalterio .....	Ptychopteridae
4b-	Halterios sin esa estructura .....	5
5a-	Alas con dos nervaduras anales gruesas, alcanzando el margen del ala. Patas largas y delgadas (Fig.9) .....	Tipulidae
5b-	Alas con la segunda nervadura anal ausente o no alcanzando el margen del ala. Patas variadas .....	6
6a-	Nervadura radial con cinco ramas libres alcanzando el margen del ala; celda discal presente; lóbulo anal bien desarrollado .....	Tanyderidae
6b-	Nervadura radial generalmente con menos de cinco ramas; si tiene cinco ramas, la celda discal está ausente y el lóbulo anal no está desarrollado .....	7
7a-	Nervadura costal evidente en todo el contorno del ala, más fina cerca del margen posterior .....	8
7b-	Nervadura costal evidente hasta su intersección con la última rama de la radial .....	12
8a-	Antenas cortas, del largo de la cabeza, flagelo muy corto. Alas con seis o siete nervaduras alcanzando el margen del ala (Fig.10) .....	Thaumalidae
8b-	Antenas largas, por lo menos del doble del largo de la cabeza, flagelo no reducido. Alas con 9 a 11 nervaduras alcanzando el margen del ala .....	9
9a-	Nervadura subcostal incompleta o alcanzando el margen antes de la mitad del ala; nervadura medial con tres ramas. Insectos con aspecto de polillas muy pilosas (Fig.11) .....	Psychodidae
9b-	Nervadura subcostal alcanzando el margen después de la mitad del ala. Nervadura medial con dos ramas .....	9
10a-	Cabeza, patas y nervaduras con escamas. Proboscis larga, extendiéndose más allá del clípeo .....	Culicidae
10b-	Escamas ausentes. Proboscis corta .....	10



- 11a- Nervaduras y antenas con algunos pelos cortos. Base de la nervadura  $R_{1+2}$  fuertemente curvada ..... *Dixidae*  
 11b- Nervaduras y antenas muy pilosas. Base de la nervadura  $R_{1+2}$  no fuertemente curvada ..... *Chaoboridae*  
 12a- Antenas cortas, aproximadamente del largo de la cabeza. Alas anchas, con las nervaduras posteriores reducidas (Fig. 12) ..... *Simuliidae*  
 12b- Antenas largas. Alas generalmente angostas con las nervaduras posteriores gruesas ..... 14  
 13a- Nervadura medial con dos ramas. Nervadura radial con no más de dos ramas alcanzando el margen del ala. Espiráculos torácicos anteriores redondeados ..... *Ceratopogonidae*  
 13b- Nervadura medial con una rama. Nervadura radial generalmente con tres ramas alcanzando el margen del ala. Espiráculos torácicos anteriores ovales ..... *Chironomidae*  
 14a- Surco ptilinal y lúnula ausentes ..... *Aschiza*, 15  
 14b- Surco ptilinal y lúnula presentes ..... *Schizophora*, 22  
 15a- Empodio pulviliforme,  $CuA_1$  libre o unida a la  $A_1$  en un ángulo agudo cerca del margen del ala ..... 16  
 15b- Empodio setiforme a ausente; si es pulviliforme, la  $CuA_2$  está unida a la  $A_1$  en un ángulo obtuso lejos del margen del ala ..... 19  
 16a- Costa terminando cerca del ápice del ala ..... *Stratiomyidae*  
 16b- Costa rodeando el ala ..... 17  
 17a- Subescutelo ausente o muy reducido. Sin elevación en forma de escama detrás del espiráculo torácico posterior ..... *Rhagionidae*  
 17b- Subescutelo muy desarrollado. Una elevación en forma de escama por detrás del espiráculo torácico posterior ..... 18  
 18a- Flagelo antenal con arista fina, no anillada. Ala con la celda  $r_1$  cerrada por las nervaduras  $R_1$ ,  $C$  y  $R_{1+2}$  ..... *Athericidae*  
 18b- Flagelo antenal con estilo anillado. Ala con la celda  $r_1$  abierta ..... *Tabanidae*  
 19a- Palpos con 5 segmentos. Flagelo con 10 flagelómeros. Pulvilos ausentes ..... *Thaumaleidae*  
 19b- Palpos, cuando mucho, con 2 segmentos. Flagelo con 3 o 4 flagelómeros. Pulvilos generalmente presentes ..... 20  
 20a-  $CuA_2$  alcanzando el margen del ala cerca de la  $A_1$  o uniéndose a la  $A_1$  cerca del margen del ala (Fig. 13) ..... *Syrphidae*  
 20b-  $CuA_2$  ausente, vestigial o uniéndose a la  $A_1$  lejos del margen del ala ..... 21  
 21a- Sector radial naciendo a la altura de la nervadura transversal humeral. Nervadura transversal  $r-m$  situada en el cuarto basal del ala (Fig. 14) ..... *Dolichopodidae*

- 21b- Sector radial naciendo lejos de la nervadura transversal humeral. Nervadura transversal  $r-m$  situada lejos del cuarto basal del ala (Fig. 15) ..... *Empididae*  
 22a- *Ampulla* mayor en forma de bulbo turgente debajo de la base del ala. Pedicelo de la antena con un surco dorsal completo ..... *Calyptratae Muscoidea*, 23  
 22b- *Ampulla* mayor generalmente ausente. Pedicelo antenal generalmente sin un surco dorsal completo ..... *Acalyptratae*, 24  
 23a- *Meron* con una hilera de setas, y a veces con pelos adicionales ..... *Muscidae*  
 23b- *Meron* sin setas, abdomen generalmente opaco, gris, castaño o negro ..... *Sarcophagidae*  
 24a- Nervadura subcostal completa, terminando en la costal o muy cerca de ella y separada de la  $R_1$  ..... *Sciomyzidae*  
 24b- Nervadura subcostal incompleta, no alcanzado la costal, a menudo distalmente fusionada con la  $R_1$  (Fig. 16) ..... *Ephydridae*

## BIBLIOGRAFÍA

- Carvalho, J. B. de. Directorio de Dipterólogos Sudamericanos. <http://zoo.bio.uspr.br/diptera/south/index.html>  
 Castellanos, Z. A. de (Dir.). 1991-1993. Fauna de Agua Dulce de la República Argentina. *Profad-CONICET*.  
 Colless, D. H. & McAlpine, D. K. 1991. Diptera. En *The Insects of Australia*. Vol. II. CSIRO Edit. Cornell Univ. Press, Ithaca, New York.  
 Hennig, W. 1948. Die larvenformen der Dipteren I Teil. Akademie Verlag, Berlin.  
 Hennig, W. 1952. Die larvenformen der Dipteren. III Teil. Akademie Verlag, Berlin.  
 Hennig, W. 1981. Insects Phylogeny. J. Wiley & Sons.  
 Hurlbert, S. T. (Edit.). 1977. Biota Acuática de Sudamérica Austral. *San Diego Univ. Press*.  
 Johannsen, O. A. 1934. Aquatic Diptera. Part I. Nemocera. Exclusive Chironomidae and Ceratopogonidae. Mem. 164, Cornell Univ. Agric. Exp. Sta.  
 Johannsen, O. A. 1935. Aquatic Diptera. Part II. Orthorrhapha-Brachycera and Cyclorrhapha. Mem. 177, Cornell Univ. Agric. Exp. Sta.  
 Johannsen, O. A. 1937. Aquatic Diptera. Part III. Chironomidae. Mem. 205. Cornell Univ. Agric. Exp. Sta.  
 Lane, R. & R. Crosskey (Edit.) 1993. Medical Insects and Arachnids. *Chapman & Hall, London*.  
 Lopretto, E. y O. Tell. (Dir.). 1995. Ecosistemas de Aguas Continentales. Metodologías para su estudio. *Edic. Sur, La Plata*.  
 McAlpine, J. F. (Edit.). 1987. Manual of Nearctic Diptera. Vol. 2. *Res. Branch. Agric. Canada. Monogr. 28*.  
 McAlpine, J. F. (Edit.). 1989. Manual of Nearctic Diptera. Vol. 3. *Res. Branch. Agric. Canada. Monogr. 32*.  
 McAlpine, J. F., B. V. Peterson, O. E. Shewell, H. J. Teskey, J. R. Vockeroth, & D. M. Wood. (Coord.) 1981. Manual of Nearctic Diptera. Vol. 1. *Res. Branch. Agric. Canada. Monogr. 27*.  
 Merritt, R. W. & K. W. Cummins (Edit.) 1984. An Introduction to the Aquatic Insects of North America. *Kendall/Hunt Pub. Co., Iowa*.  
 Morrone, J. J. y S. Coscarón (Dir.). 1998. Biodiversidad de Artrópodos Argentinos. Una perspectiva Biotaxonómica. *Edic. Sur, La Plata*.

- Papavero, N. (Edit.). 1970. A catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States. Dep. Zool. Sec. Agr. S. Paulo.
- Peterson, A. 1951. Larvae of Insects. Coleoptera, Diptera, Neuroptera, Siphonaptera, Mecoptera, Trichoptera. Part II. Edwards Bros., Inc. Ann. Arbor, Mich.
- Ringuelet, R. A. (Edit.). 1981. Fauna de Agua Dulce de la República Argentina, FECIC.
- Rivosecchi, L. 1984. Ditteri: 1-176. En: Guide per el riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. (28) S. Ruffo (Edit). Consigl. Naz. Rec.
- Usinger, R. (Edit.). 1968. Aquatic Insects of California. Univ. Calif. Press. Los Angeles.
- Wirth, W.W. & A. Stone. 1968. Aquatic Diptera: 372-482. En: Aquatic Insects of California. R. Usinger (Edit). Univ. Calif. Press. Los Angeles.

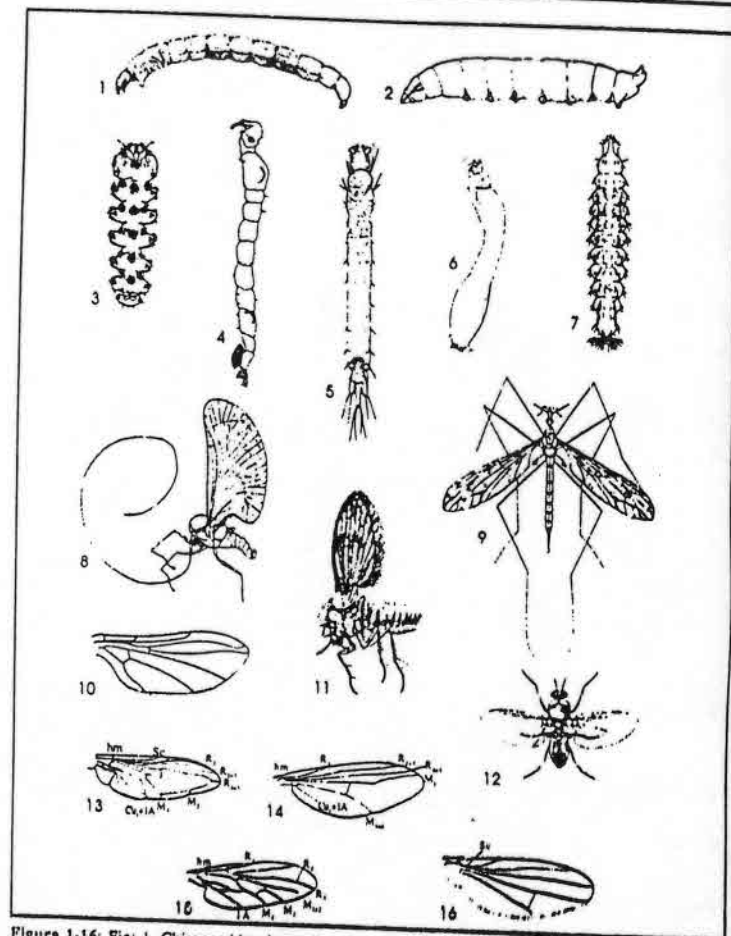


Figura 1-16: Fig. 1, Chironomidae, larva; Fig. 2, Muscidae, larva; Fig. 3, Blephariceridae, larva; Fig. 4, Chaoboridae, larva; Fig. 5, Dixidae, larva; Fig. 6, Simuliidae, larva; Fig. 7, Stratiomyidae, larva; Fig. 8, Deuterophlebiidae, adulto; Fig. 9, Tipulidae, adulto; Fig. 10, Thaumalidae, ala; Fig. 11, Psychodidae, adulto; Fig. 12, Simuliidae, adulto; Fig. 13, Syrphidae, ala; Fig. 14, Dolichopodidae, ala; Fig. 15, Empididae, ala; Fig. 16, Ephydriidae, ala.

## capítulo 8

# DIPTERA: Chironomidae

A. C. PAGGI

### INTRODUCCIÓN

Los Diptera Chironomidae comprenden una de las familias mejor representadas por su abundancia y diversidad en los ambientes acuáticos continentales. Sus estados inmaduros (larvas y pupas) constituyen una franja importante en la ecología de la comunidad bentónica de la mayoría de los cuerpos de agua tanto naturales como artificiales, en aguas someras o profundas, corrientes o estancadas, sobre amplias superficies o en pequeños reservorios (bromeliáceas, axilas de las plantas) motivando el desarrollo de extensos estudios sobre su taxonomía y biología en todo el mundo.

Su importancia como bioindicadores, su utilización en la clasificación de lagos y tipificación de diferentes ríos y arroyos, así como los primeros pasos dados en nuestro país, con el objeto de evaluar el estado trófico de algunos de nuestros limnótopos, se encuentran reseñados en Paggi (1999) y Paggi (en prensa).

El conocimiento taxonómico de esta familia en Sudamérica y en especial para nuestro país (Paggi, 1998) es aún escaso, convirtiéndola en una de las regiones más pobremente estudiadas (Reiss, 1977, 1982; Ashe *et al.* 1987) no obstante presentar la mayor diversidad a nivel subfamiliar hasta ahora conocida (Spies y Reiss, 1996). La mayoría de

---

Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos

H. R. FERNÁNDEZ y E. DOMÍNGUEZ (Editores)

Serie: Investigaciones de la UNT. Subserie: Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de Tucumán

los estudios ecológicos realizados en nuestras latitudes se enfrenta con la dificultad de una correcta identificación de los taxa, debiéndose mencionar solamente como "Chironomidae" a uno de los grupos de macroinvertebrados más importantes del bentos. Se suma a esta dificultad la ausencia de claves para la identificación de los taxa más difundidos en la región, debiéndose recurrir a las confeccionadas para el Hemisferio Norte; no obstante ser éstas muy completas y de valiosa ayuda, no contemplarían en todos los casos a nuestra fauna neotropical. Es dable destacar la importante contribución realizada al respecto por Trivinho-Strixino y Strixino (1995) para el estado de São Paulo, en Brasil.

Las claves de larvas presentadas en este capítulo pretenden agrupar los géneros más difundidos en la Argentina, especialmente de las tres subfamilias más ampliamente distribuidas en el ambiente acuático, si bien este número se encuentra en constante aumento a medida que nuevos ambientes son estudiados y su colecta es más intensiva. Estas están dirigidas a principiantes o aquellas personas no especializadas en quironómidos, para lo cual han sido contempladas las estructuras de más fácil observación en las preparaciones microscópicas con su correspondiente ilustración para su mejor comprensión. No obstante, para una mayor profundización en el tema, se sugiere consultar las claves de Wiederholm (1983), Coffman y Ferrington (1984) y Epler (1995).

## MODO DE VIDA Y MÉTODOS DE COLECTA

El ciclo biológico de los quironómidos comienza con una puesta de huevos envueltos en una masa gelatinosa, generalmente sujetos a la vegetación circundante. Poseen 4 estadios larvales con sucesivo aumento de tamaño. El primer estadio es considerado planctónico y el responsable de la distribución de la población en el cuerpo de agua. Los restantes estadios larvales se apoyan sobre el sustrato donde construyen sus tubos dentro de los cuales las larvas completarán su desarrollo hasta empupar (excepto las Tanypodinae cuyas larvas y pupas nadan libremente). Las pupas abandonan los tubos momentos antes de la emergencia nadando hacia la superficie para permitir la salida de los adultos al espacio aéreo, éstos vuelan en las inmediaciones del cuerpo de agua formando enjambres para lograr el apareamiento y completar el ciclo de vida.

Las larvas y pupas se pueden hallar sobre cualquier tipo de sustrato, blando (fangoso), semiblando (limo arcilloso, arenoso), duro (grava, canto rodado, rocas), sobre plantas sumergidas y sobre otros organismos tales como: esponjas, briozoos, ninfas de efemerópteros y menos comunmente sobre moluscos y peces. Prefieren, por lo general, lugares remansados y protegidos de las fuertes corrientes.

Las larvas pueden ser macrófagas (carnívoras) como las de la subfamilia Tanypodinae, micrófagas (fitófagas) las Orthocladinae, o detritívoras, las Chironominae. De vida libre

y buenas nadadoras; sedentarias formando sus tubos; minadoras dentro del parénquima de las hojas de plantas acuáticas; comensales o semiparásitas y hasta parásitas.

Dentro de la cadena trófica son alimento de otros invertebrados (coleópteros, odonatos, anfípodos) de aves y peces bentófagos. Como organismos preparadores favorecen la aireación y remoción de los sedimentos orgánicos para ser utilizados por los organismos mineralizadores.

Los muestreadores más apropiados para su colecta son las dragas tipo Ekman en el caso de sustratos blandos o semiblandos o el Surber para sustratos más duros (APHA, 1998). En zonas de fácil acceso y con fines cualitativos una colecta manual, lavando o cepillando las piedras o la vegetación sumergida suele ser una manera eficaz de obtención del material. Las redes de deriva son utilizadas para obtener exuvias, principalmente pupales (APHA, op.cit.). Los adultos se capturan de muy variadas formas: con redes entomológicas, cuando se observa un enjambre, con trampas de emergencia directamente sobre el cuerpo de agua en estudio (Mundie, 1956), con trampas de luz del tipo Shannon (Dejoux, 1968) y en el caso de no poseer un muestreador ad-hoc bastará con un farol y un telón blanco de fondo, a partir del cual se coleccionarán manualmente con un pincel empapado en alcohol o un simple aspirador de insectos.

## METODOLOGÍA DE ESTUDIO

### Cría

Una de las formas de ampliar el conocimiento de esta familia y profundizar en la taxonomía es realizando una colecta intensiva de sus formas adultas e inmaduras, siendo la cría del material en el laboratorio un paso fundamental para lograr una correcta identificación de las especies. Las larvas obtenidas vivas serán colocadas individualmente en pequeños tubos o frascos conteniendo agua proveniente del medio natural y parte del sustrato característico del ambiente. Especialmente para aquellos grupos que construyen tubos, la alimentación se puede suplementar con muy pequeñas cantidades de alimento balanceado para peces. Los envases deberán estar tapados con un material poroso para permitir la entrada de aire (corcho o en el caso de algodón, éste deberá estar aislado con una gasa para evitar que el adulto al emerger enganche sus patas y se le rompan). En el caso de no poder obtenerse el adulto, la pupa y su correspondiente exuvia larval resultan igualmente valiosas para la identificación, ya que es probable que se observen por transparencia las estructuras del adulto (especialmente el hipopigio del macho) decisivo en la determinación específica. Una vez obtenidos el adulto y las correspondientes exuvias, así como todo material colectado, será acondicionado en alcohol 70° - 80°.

### Confección de preparaciones microscópicas

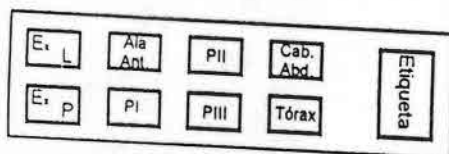
Larvas, pupas, cabeza, tórax y abdomen del adulto (a excepción de las exuvias, alas, antenas y patas) deberán ser aclaradas en una solución de OHK al 10% en frío durante 48 - 72 hrs. o en un baño de María durante 5 - 15' dependiendo del tamaño y dureza de las piezas. Lavado en solución de agua destilada y gotas de ácido acético glacial por algunos minutos. Montaje de las piezas en preparaciones transitorias o definitivas.

Las preparaciones transitorias permiten un montaje rápido de gran cantidad de material proveniente de muestreos intensivos para los estudios de la comunidad bentónica, principalmente de larvas.

#### Solución de Faure para preparaciones transitorias:

Agua destilada .....	50 cm <sup>3</sup>
Goma arábica .....	30 gr
Hidrato de cloral .....	50 gr
Glicerina .....	20 cm <sup>3</sup>

Las preparaciones definitivas permiten armar colecciones para estudios taxonómicos detallados, empleándose portaobjetos que contengan los tres estados de desarrollo juntos, como se puede observar en el siguiente esquema.



Respetando los lugares de cada una de las partes, la ausencia eventual de alguna de ellas, dejará libre ese lugar, lo que permitirá una fácil lectura del preparado sin necesidad de observarlo bajo el microscopio.

Montaje de las piezas mediante deshidratación en una serie de alcoholes de 80° - 96° y 100° (etanol), inclusión en Bálsamo de Canadá o en Euparal. Secado en estufa a 35°C hasta que la solución endurezca.

#### Caracteres morfológicos de las larvas (Fig. 1)

Su longitud varía de unos pocos hasta más de 20 mm. Poseen una cápsula craneal completa, no retráctil sobre el tórax, bien quitinizada, con estructuras sensoriales y aparato bucal con estructuras de variada complejidad y característico para cada subfamilia, mandíbulas oponible. Poseen 12 segmentos corporales, los tres primeros (torácicos) constituirán el cefalotórax de la futura pupa. Cuerpo generalmente provisto de setas o pelos ordenados en hilera, en mechones, o irregularmente distribuidos. No poseen espiráculos funcionales y la respiración se realiza a través del tegumento. Pre-

sentan un par de parápodos anteriores sobre el primer segmento torácico y un par de parápodos posteriores en el último segmento abdominal, los cuales soportan espinas o uñas de variadas formas y con bordes lisos o aserrados. Dorsalmente al último segmento abdominal se localiza un par de procercos que generalmente finalizan con un mechón de largas setas anales. Entre los procercos y los parápodos posteriores se ubican los túbulos anales, cuyo número puede variar de 2 a 6, cortos, digitiformes o largos y adelgazados. Algunas Chironominae pueden presentar túbulos ventrales en el penúltimo segmento, para aumentar la superficie de respiración, su número puede variar de dos pares (*Chironomus*) o un par (*Dicrotendipes*). Algunos grupos pueden presentar un par de túbulos laterales en el décimo segmento. El tamaño de estos túbulos puede variar según el estadio en que se encuentre la larva. La terminología empleada es según Saether (1980).

### SISTEMÁTICA

#### Subfamilia Tanypodinae (Fig. 2)

Cápsula cefálica más larga que ancha, o tan larga como ancha. Antenas retráctiles formadas por 4 segmentos. Prementón con una lígula bien esclerotizada compuesta de 4 - 7 dientes, acompañada lateralmente por un par de estructuras muy delgadas, las paralígulas. Mentón con un apéndice M, membranoso, que puede o no llevar pequeñas espinitas, la pseudorádula, acompañado lateralmente por los dientes dorsomediales ubicados en una placa horizontal, en hileras longitudinales, o bien ausentes. El palpo maxilar puede estar formado por 1 - 6 segmentos. Mandíbulas oponible en forma de gancho, con un diente basal de tamaños y formas diferentes. Procercos y parápodos anteriores y posteriores por lo general bien desarrollados, túbulos anales de variada longitud. Con pocas setas distribuidas irregularmente, o bien con pestaña de setas nadadoras.

#### Subfamilia Chironominae (Fig. 3)

Antenas formadas por 4, generalmente 5 o más segmentos, no retráctiles, con hoja antenal y órganos de Lauterborn de variado desarrollo. Mentón formado por numerosos dientes bien esclerotizados cuyo tamaño y disposición es característico para cada taxon, acompañados de un par de placas ventromediales, generalmente estriadas y nunca con pelos en la base. Labro con un buen desarrollo de setas con forma y disposición que difiere según los grupos. Premandíbulas con número variado de dientes. Mandíbulas con buen desarrollo de dientes internos, seta interna y seta subdental. Segmentos del cuerpo con variado desarrollo de procercos, setas anales, parápodos, túbulos anales y en algunos casos túbulos ventrales en el penúltimo segmento y laterales en el antepenúltimo segmento. Con setas simples distribuidas irregularmente o con mechones de setas.



Subfamilia Orthocladiinae (Fig. 4)

Antena formada por 4-7 segmentos, cuyo tamaño puede diferir de muy pequeña y más larga que la cabeza. Mentón generalmente bien esclerotizado, el número, tamaño y disposición de sus dientes suele ser característico para separar los géneros, placas ventromentales por lo general poco desarrolladas o vestigiales, a veces bien desarrolladas, casi siempre sin estrías, con o sin pelos en la base. Labro con amplia variedad de formas en sus setas, especialmente la SI. Los segmentos del cuerpo pueden presentar setas simples, mechones de setas o pestañas. Los Parápodos posteriores pueden estar bien desarrollados o muy reducidos, procercos presentes o ausentes, tubulos anales por lo general presentes, pueden estar muy reducidos.

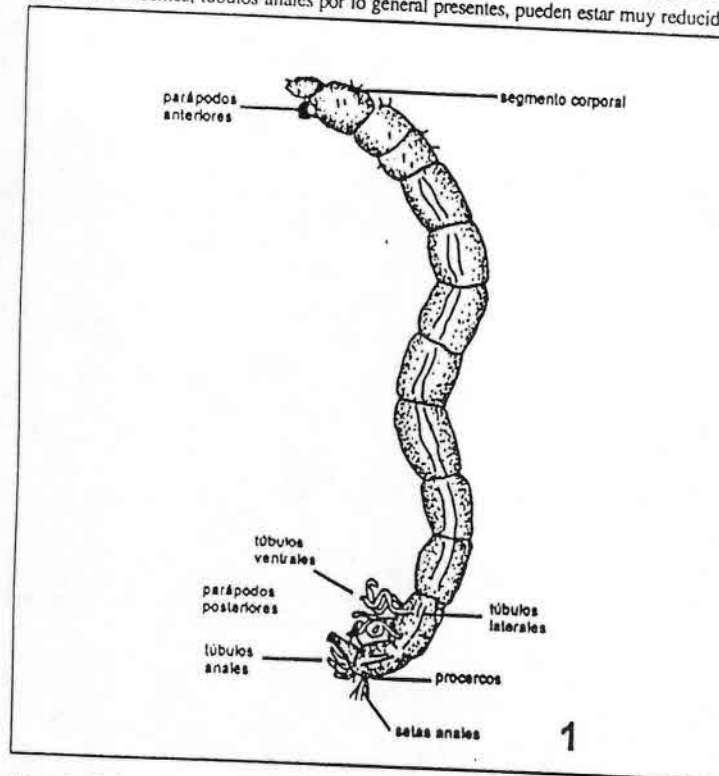


Figura 1: Morfología general de las larvas de Chironomidae.

CLAVE DE LAS SUBFAMILIAS DE CHIRONOMIDAE

Larvas

- 1a- Antena retráctil dentro de la cabeza. Prementón con lígula bien desarrollada. Mentón débilmente desarrollado, a veces dentado lateralmente ..... Tanypodinae (Fig. 2)
- 1b- Antena no retráctil. Prementón sin lígula bien desarrollada, puede presentarse con forma de cepillo o pestaña. Mentón bien desarrollado, casi siempre dentado o fuertemente esclerotizado ..... 2
- 2a- Premandíbulas ausentes. Procercos 8-10 veces más largos que anchos ..... Podonominae



- 2b- Premandíbulas presentes. Procercos raramente más de 4 veces más largos que anchos, generalmente menos ..... 3
- 3a- Segmento 3 de la antena anillado ..... Diamesinae



- 3b- Segmento 3 de la antena nunca anillado ..... 4
- 4a- Parte ventral del mentón expandida lateralmente para formar las placas ventromentales, las que usualmente son estriadas y nunca con pelos en la base ..... Chironominae (Fig. 3)
- 4b- Parte ventral del mentón, si con placas ventromentales, éstas nunca son estriadas; con o sin pelos en la base, o bien ausentes ..... 3



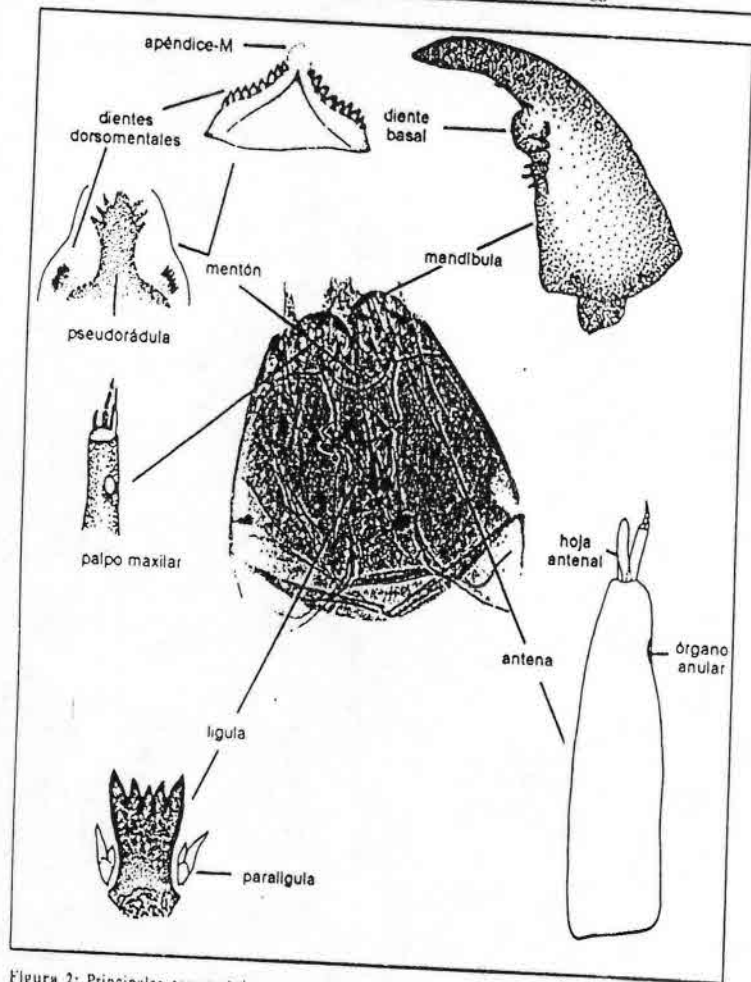


Figura 2: Principales características de la cápsula cefálica de Tanypodinae.

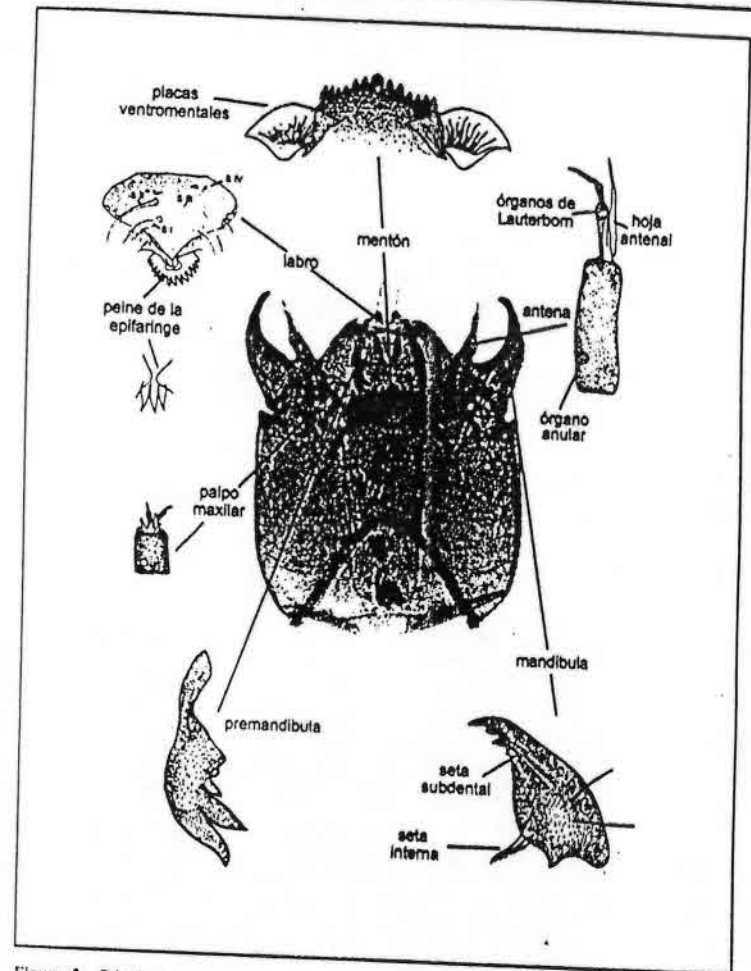
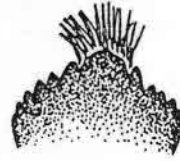


Figura 3: Principales características de la cápsula cefálica de Chironominae.

- 5a- Prementón con un denso cepillo de setas. Placas ventromentales y pelos ausentes. Antena corta de 4 segmentos ..... Telmatogetoninae

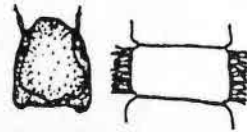


- 5b- Prementón sin cepillo de setas. Placas ventromentales presentes o ausentes, con o sin pelos. Antena usualmente con más de 4 segmentos ..... Orthoclaadiinae (Fig. 4)

Clave para los géneros mas difundidos de Tanypodinae en la Argentina

Larvas

- 1a- Segmentos abdominales anchos con pestaña de setas nadadoras. Cabeza redonda a oval. Dorsomentón con hilera de dientes, con o sin placas dorsomentales (fig. 2). Túbulos anales 2 veces más largos que anchos ..... 2



- 1b- Segmentos abdominales angostos sin pestaña de setas nadadoras. Cabeza oval, alargada. Dorsomentón sin hilera de dientes. Túbulos anales por lo menos 3 veces más largos que anchos ..... Pentaneurini ..... 8

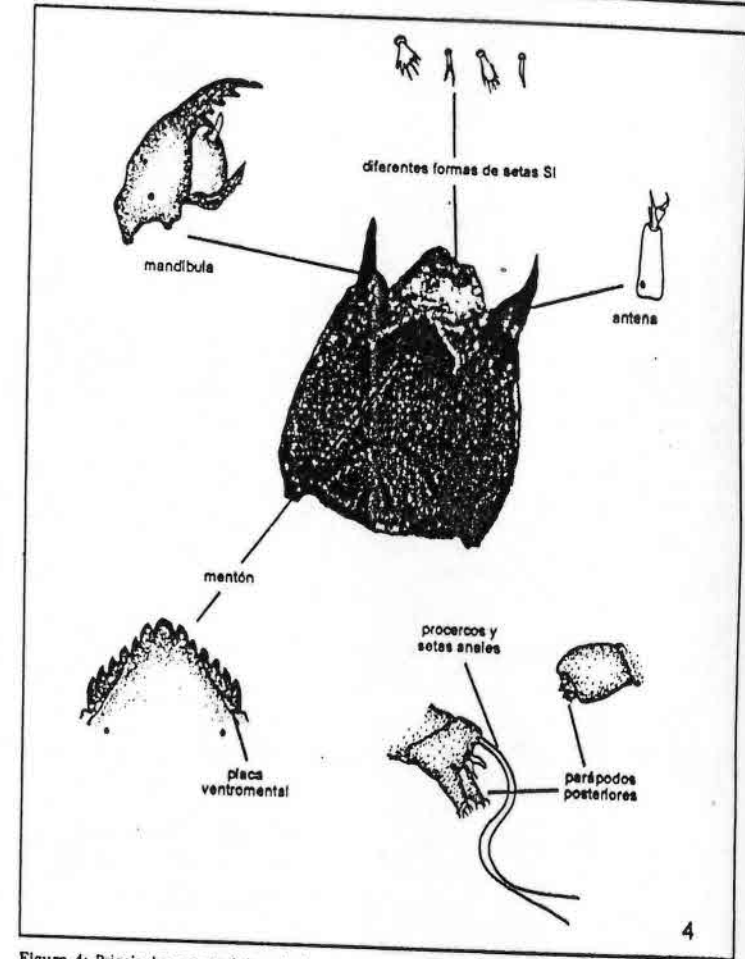


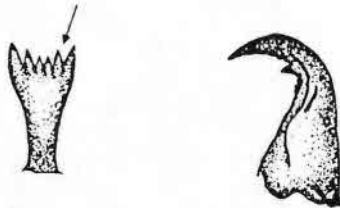
Figura 4: Principales características de la cápsula cefálica y segmentos corporales de Orthoclaadiinae.

- 2a- Cabeza cónica. Organos sensoriales del labro visibles desde la parte anterior de la cabeza (Fig.2). Dientes dorsomediales no ubicados en una placa. Con una pequeña papila entre los procercos ..... *Coelotanypodini* ..... 3



- 2b- Cabeza anteriormente redondeada. Organos sensoriales del labro no visibles desde la parte anterior de la cabeza. Dientes dorsomediales ubicados en una placa. Sin papila entre los procercos ..... 4

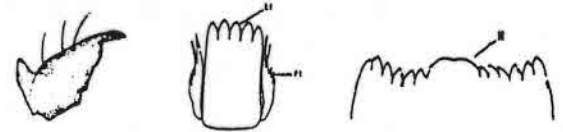
- 3a- Mandíbula doblada en forma de gancho, con diente basal grande y puntiagudo. Lígula con 6 dientes (a veces 5-7), diente laterointerno no inclinado hacia el diente lateroexterno ..... *Clinotanypus*



- 3b- Mandíbula no tan doblada, sin diente basal grande y puntiagudo. Lígula con 7 dientes (a veces con 6-8), diente laterointerno fuertemente inclinado hacia el diente lateroexterno ..... *Coelotanypus*



- 4a- Mandíbula ensanchada en la mitad basal, diente apical corto. Apéndice M sin pseudorádula. Peine de la hipofaringe fuertemente reducido. Lígula con 5 dientes claros a la misma altura ..... *Tanypodini* ..... *Tanypus*



- 4b- Mandíbula suavemente curvada de la base a la punta. Apéndice M con pseudorádula (Fig. 2). Peine de la hipofaringe bien desarrollado. Lígula con 4-5 dientes claros u oscuros ..... 5

- 5a- Lígula con 4-5 dientes oscuros, paralígula con 1 diente principal y 1-7 dientes accesorios de cada lado ..... *Procladiini* ..... 6



- 5b- Lígula con 5 dientes claros, paralígula bífida o pectinada ..... *Macropelopiini* ..... 7



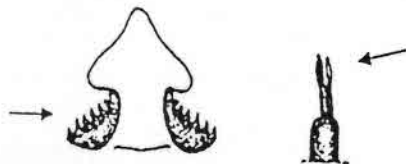
- 6a- Hoja antenal por lo menos 2 veces más larga que el flagelo. Lígula con 4-5 dientes. Diente interno de la mandíbula biconvexo ..... *Djalmabatista*



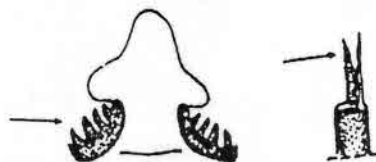
- 6b- Hoja antenal a lo sumo tan larga como el flagelo. Lígula con 5 dientes.  
Diente interno de la mandíbula no como arriba ..... *Procladius*



- 7a- Placa dorsomental con 6 pares de dientes laterales. 3º segmento antenal por lo menos 2 veces más largo que ancho ..... *Alotanytus*



- 7b- Placa dorsomental con 4 - 5 pares de dientes laterales grandes. 3º segmento antenal tan largo como ancho ..... *Apsectrotanytus*



- 8a- Segmento basal del palpo maxilar subdividido en 2-5 segmentos ..... *Ablabesmyia*



- 8b- Segmento basal del palpo maxilar formado por 1 segmento ..... 9

Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos

- 9a- Con uña bífida en los parápodos posteriores ..... 10  
9b- Sin uña bífida en los parápodos posteriores ..... 11  
10a- Diente interno de la uña bífida mayor que el externo. Lígula con diente medio mayor que los primeros laterales ..... *Labrundinia*



- 10b- Diente externo de la uña bífida mayor que el interno. Lígula con dientes subiguales. Parafígula trifida ..... *Denopeloplia*



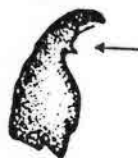
- 11a- Uñas de los parápodos posteriores con bordes internos lisos ..... 12  
11b- Con por lo menos una uña oscura internamente dentada ..... *Monopeloplia*



- 12a- Con 1 uña un poco más oscura en los parápodos posteriores; seta supraanal fuerte y larga; túbulos anales más largos que los parápodos. Mandíbula con diente basal alargado dirigido hacia adelante ..... *Pentaneura*



- 12b- Todas las uñas del mismo color, seta supraanal y túbulos anales a lo sumo tan largos como los parápodos posteriores. Mandíbula con diente basal no dirigido hacia adelante ..... *Larsia*



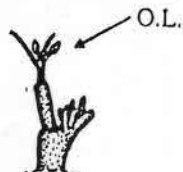
Clave para los géneros mas difundidos de Chironominae en la Argentina

Larvas

- 1a- Antena montada sobre una prominencia (por lo menos tan alta como ancha); órganos de Lauterborn bien desarrollados, pueden ser sésiles o sobre pedúnculos cortos o largos; antena con 5 segmentos; las placas ventromentales usualmente se tocan en la línea media (excepto en *Stempellina*) . Tanytarsini ..... 3



- 1b- Antena no montada sobre una prominencia; órganos de Lauterborn pequeños o bien desarrollados, pero nunca sobre largos pedúnculos; antena con 4-8 segmentos; placas ventromentales separadas o tocándose en la línea media ... 2
- 2a- Placas ventromentales delgadas y rectas, se tocan en la línea media ..... Pseudochironomini ..... 7
- 2b- Placas ventromentales diferentes, separadas de la línea media ..... Chironomini ..... 8
- 3a- Placas ventromentales bien separadas; órganos de Lauterborn sobre cortos pedúnculos; base de la antena con proceso palmado ..... *Stempellina*



- 3b- Placas ventromentales muy poco separadas, casi se tocan en la línea media; órganos de Lauterborn sésiles o sobre pedúnculos largos o cortos; base de la antena no como arriba ..... 4
- 4a- Premandíbulas con 3-5 dientes ..... 5



- 4b- Premandíbulas bifidas ..... 6
- 5a- Pedúnculos de los órganos de Lauterborn cortos, no sobrepasan los tres últimos segmentos de la antena; segmento 2 de la antena más corto que el segmento 3; base de la antena sin espina apical. Peine de la epifaringe formado por tres placas dentadas. Algunas uñas de los parápodos posteriores con finos denticulos internos ..... *Cladotanytarsus*

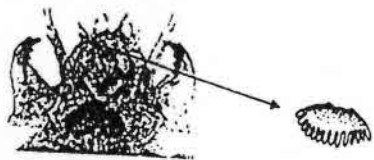


PE

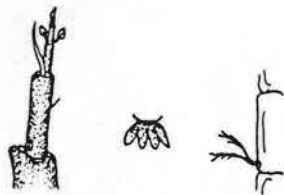
- 5b- Pedúnculos de los órganos de Lauterborn largos, por lo menos dos veces más largos que los últimos tres segmentos de la antena; órganos de Lauterborn generalmente pequeños, a veces grandes; base de la antena con o sin espina apical; uñas de los parápodos posteriores simples ..... *Tanytarsus*



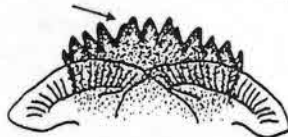
- 6a- Organos de Lauterborn pequeños sobre corto pedúnculo (menor que el 3° segm.); segmento dos de la antena más largo que los tres últimos segmentos juntos. Peine de la epifaringe formado por una placa dentada ..... *Rheotanytarsus*



- 6b- Organos de Lauterborn generalmente sésiles o sobre muy cortos pedúnculos. Peine de la epifaringe formado por una placa con 3-5 lóbulos. Setas laterales del cuerpo bifurcadas y desfleecadas ..... *Paratanytarsus*



- 7a- Mentón con primer y segundo diente lateral unidos; túbulos anales muy largos; procercos con pocas setas ..... *Manoa*



- 7b- Mentón no como arriba; túbulos anales no tan largos como arriba ..... *Pseudochironomus*



- 8a- Larvas con 1 o 2 pares de túbulos en el 8° segm. abdominal ..... 9  
8b- Larvas sin túbulos en el 8° segm. abdominal ..... 12  
9a- Con 1 par de túbulos en el 8° segm. abdominal; placas ventromentales más angostas que el mentón; peine de la epifaringe con menos de 13 dientes anchos y redondeados ..... *Dicrotendipes*



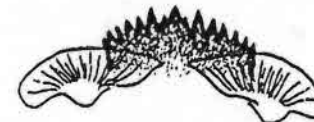
- 9b- Con 2 pares de túbulos en el 8° segm. abdominal ..... 10  
10a- Con un par de pequeños procesos laterales en el 7° segm. abdominal; diente medio del mentón tricúspide ..... *Chironomus gr. decorus*



- 10b- Sin procesos laterales en el 7° segm. abdominal; diente medio del mentón tricúspide o parcialmente fisurado ..... 11  
11a- Placas ventromentales fuertemente curvadas hacia atrás, sus bordes casi se tocan en la línea media; diente medio del mentón ligeramente fisurado ..... *Goeldichironomus*



- 11b- Placas ventromentales no curvadas hacia atrás, separadas por lo menos por la misma distancia que el diente medio del mentón, éste fuertemente fisurado ..... *Chironomus gr. riparius*

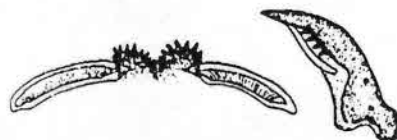




- 12a- Mentón con número par de dientes ..... 13  
 12b- Mentón con un número impar de dientes ..... 16  
 13a- Mentón cóncavo con dientes robustos todos de igual tamaño, placas ventromentales trapezoidales sin estriación evidente; mandíbulas cortas y robustas ..... *Stenochironomus*



- 13b- Con otra combinación de caracteres ..... 14  
 14a- Antena con 6 segmentos. Mentón con el diente medio profundamente dividido y hundido en el medio; mandíbula con 3 dientes internos y seta subdental muy ancha, larga y curvada con forma de "S" ..... *Fissimentum*



- 14b- Antena con 5 segmentos. Mentón no como arriba ..... 15  
 15a- Dientes medios mayores que los primeros laterales ..... *Polypedium*

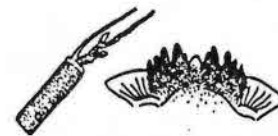


- 15b- Dientes medios menores que los primeros laterales ..... *Tribelos*



- 16a- Mentón con el diente medio más claro ..... 17

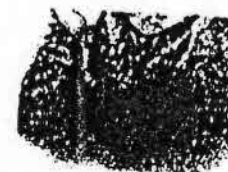
- 16b- Mentón con todos los dientes igualmente oscuros o claros ..... 21  
 17a- Mentón con el diente medio claro y pequeño, primer diente lateral menor que el segundo y unido a éste; antena con 5,6 ó 7 segmentos; órganos de Lauterborn grandes, dispuestos alternadamente en segmentos distintos o en diferentes partes del segmento 2 ..... *Beardius*



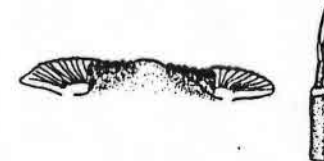
- 17b- Mentón no como arriba; órganos de Lauterborn pequeños, no dispuestos como arriba ..... 18  
 18a- Mentón cóncavo con diente medio grande y claro ..... 19  
 18b- Mentón convexo con diente medio grande y claro ..... 20  
 19a- Antena con 7 segmentos ..... *Demicrochironomus*



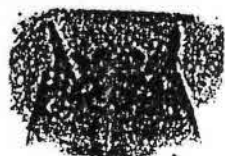
- 19b- Antena con 5-6 segmentos ..... *Cryptochironomus*



- 20a- Antena con 6 segmentos; órganos de Lauterborn no visibles ..... *Saetheria*



- 20b- Antena con 6 segmentos (segm. 4 muy pequeño, poco visible); órganos de Lauterborn pequeños alternados entre segm. 2 y 3, placas ventromentales con fuerte estriación ..... *Paralauterborniella*



- 21a- Margen anterior de las placas ventromentales onduladas; diente medio del mentón casi dos veces más largo que los primeros laterales, el resto muy similares ..... *Parachironomus*



- 21b- Margen anterior de las placas ventromentales lisas; diente medio del mentón más bajo que los segundos laterales, el resto alternados mayores y menores ..... *Axarus*



Clave para los géneros más difundidos de Orthocladinae en la Argentina

Larvas

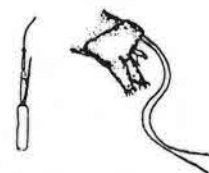
- 1a- Antena igual a la mitad del largo de la cabeza o más larga ..... 2



- 1b- Antena más corta que la mitad de la cabeza ..... 4



- 2a- Antena con el último segmento en forma de látigo ..... *Lopescladius*

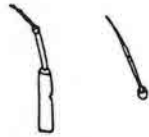


- 2b- Antena con el último segmento normal, corto ..... 3

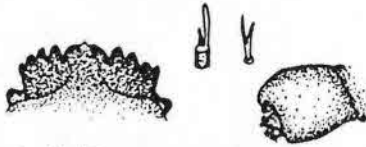
- 3a- Antena con 4 segmentos, mas larga que la cabeza. Seta sub-basal de los parápodos posteriores generalmente con ramificaciones en la base ..... *Corynoneura*



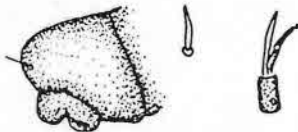
- 3b- Antena con 5 segmentos, tan larga como la cabeza o algo más corta. Seta sub-basal de los parápodos posteriores siempre simple ..... *Thienemanniella*



- 4a- Procercos y túbulos anales ausentes ..... 5  
4b- Procercos y túbulos anales presentes ..... 6  
5a- Seta I del labro bifida. Hoja antenal más larga que el flagelo antenal. Parápodos posteriores y uñas presentes ..... *Pseudosmittia*



- 5b- Seta I del labro simple. Hoja antenal tan larga como el flagelo antenal. Parápodos posteriores aparentemente divididos, porción anterior con uñas, porción posterior desnuda, setas anales presentes ..... *Gymnometriocnemus*



- 6a- Seta I del labro simple ..... 7  
6b- Seta I del labro bifida, apicalmente dentada, aserrada o plumosa ..... 8  
7a- Borde interno de la mandíbula con espinas o aserrada, segmentos del cuerpo solamente con setas simples ..... *Eukiefferiella*



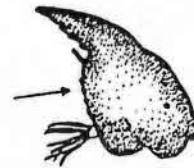
- 7b- Borde interno de la mandíbula sin espinas o aserrada, segmentos del cuerpo con mechones de setas ..... *Cricotopus* (en parte)



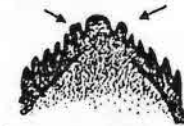
- 8a- Seta I del labro bifida ..... 9  
8b- Seta I del labro apicalmente dentada, aserrada o plumosa ..... 12



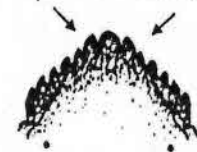
- 9a- Borde interno de la mandíbula con espinas o aserrada ..... *Cricotopus* (grupo *bicinctus*)



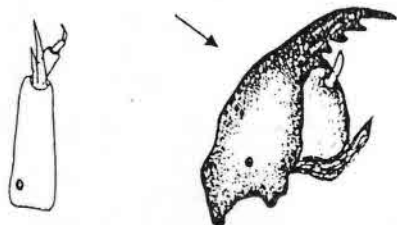
- 9b- Borde interno de la mandíbula liso ..... 10  
10a- Primeros dientes laterales del mentón bien separados del diente central y más anchos en el medio que en la base ..... *Paratrachocladus*



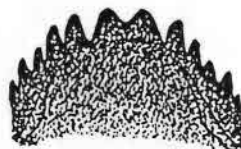
- 10b- Primeros dientes laterales del mentón más anchos en la base ..... 11



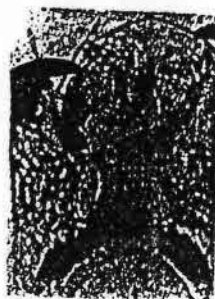
- 11a- Organos de Lauterborn distinguibles, tan largos como el segmento 3 de la antena ..... *Orthocladius* (en parte)
- 11b- Organos de Lauterborn débiles o indistinguibles. Mandíbula con una marcada o suave ondulación en el borde externo ..... *Cricotopus* (en parte) / *Orthocladius* (en parte)



- 12a- Seta I del labro plumosa. Mentón con 12 dientes oscuros ..... *Parametrioctenemus*



- 12b- Seta I del labro apicalmente dentada. Mentón con 14 dientes oscuros ..... *Parapsectrocladius*



## BIBLIOGRAFÍA

- Apha, 1998. Standard Methods for the examination of water and wastewater. Clesceri, L.S., A.E. Greenberg & A.D. Eaton (Ed.). American Public Health Association, Washington, D.C. 20<sup>a</sup> Edition.
- Aslie, P., D. A. Murray, and F. Reiss. 1987. The zoogeographical distribution of Chironomidae (Insecta: Diptera). *Ann. Limnol.*, 23: 27-60.
- Cranston, P. S. 2000. *Parapsectrocladius*: a new genus of orthocladinae Chironomidae (Diptera) from Patagonia, the southern Andes. *Insect Syst. Evol.* 31: 103-120.
- Coffman, W.P. and L.C. Ferrington. 1984. Chironomidae, pp. 551-652. In: Merritt, R.W. and K.W. Cummins (eds.). An introduction to the aquatic insects of North America. Kendall/Hunt Publishing Co., Dubuque.
- Dejoux, C. 1968. Le Lac Tchad et les Chironomides de sa partie Est. *Ann.zool. Fenn.*, 5: 27- 32.
- Epler, J. H. 1995. Identification Manual for the Larval Chironomidae (Diptera) of Florida. Florida Department of Environmental Protection, Tallahassee.
- Mundie, J.H.1956. Emergence traps for aquatic insects. *Mitt. int. Ver. Limnol.*, 7: 1- 13.
- Paggi, A. C. 1998. Chironomidae, pp. 327-337. En: *Biodiversidad de Artrópodos Argentinos. Una perspectiva biotaxonomica*. J. J. Morrone and S. Coscarón, editores. Ediciones Sur, La Plata.
- Paggi, A. C. 1999. Los Chironomidae como indicadores de calidad de ambientes dulceacuícolas. *Rev. Soc. Entomol. Arg.* 58(1-2): 202-207.
- Paggi, A. C. Los Quironómidos como bioindicadores. In : D. Di Persia (ed.), *El Bentos Regional de Argentina*. Ediciones Científicas Sudamericanas, La Plata. (en prensa).
- Reiss, F. 1977. Chironomidae, pp. 277-279. In: S. H. Hurlbert (ed.), *Biota Acuática de Sudamerica Austral*. San Diego State Univ., San Diego, California.
- Reiss, F. 1982. Chironomidae, pp. 433-438. In: S. H. Hurlbert, & A. Villalobos-Figueroa, (ed.), *Aquatic biota of Mexico, Central America and West Indies*. San Diego, California.
- Sæther, O.A. 1980. Glossary of chironomid morphology terminology (Diptera: Chironomidae). *Ent. Scandinavica Suppl.* 14: 1-51.
- Spies, M. and F. Reiss. 1996. Catalog and bibliography of Neotropical and Mexican Chironomidae. (Insecta, Diptera). *Spixiana Suppl.* 22: 61-119.
- Trivinho-Strixino, S. and O. Strixino. 1995. Larvas de Chironomidae (Diptera) do Estado de São Paulo. Guia de identificação e diagnose dos gêneros. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos - SP. 229 pp.
- Wiederholm, T. (ed.) 1983. Chironomidae of the Holarctic region. Keys and diagnosis. Part 1, Larvae. *Ent. Scandinavica* 19:1-457.

## capítulo 9

# DIPTERA: Simuliidae

C. L. COSCARÓNARIAS

### INTRODUCCIÓN

El orden Diptera es uno de los grupos de insectos más abundantes. Se ha calculado que incluye entre 85 y 120 mil especies (Daly *et al.*, 1978; Borror *et al.*, 1981). Su importancia radica principalmente en la abundancia de numerosas especies, en la variedad de los hábitos alimentarios desarrollados y en su participación como vectores de diversos organismos patógenos del hombre y animales, tanto domésticos como silvestres, causantes de varias enfermedades, de las cuales las más conocidas son: paludismo, oncocercosis, leishmaniasis, tripanosomiasis, y diferentes tipos de virosis tales como, fiebre amarilla, encefalitis, dengue, etc. La familia Simuliidae se destaca por su importancia sanitaria, y al igual que Culicidae y Ceratopogonidae se desarrollan en ambientes acuáticos donde cumplen además un papel relevante en el ciclo bioenergético.

### CONOCIMIENTO DE LAS SIMULIIDAE EN AMÉRICA DEL SUR Y LA ARGENTINA

Los primeros estudios fueron realizados por investigadores europeos en los siglos XIX y XX comenzando con Macquart (1838), Blanchard (1852), Bigot (1888), Kollar

Gula para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos

H. R. FERNÁNDEZ y E. DOMÍNGUEZ (Editores)

Serie: Investigaciones de la UNT. Subserie: Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Tucumán

(1892), Enderlein (1921, 1922, 1925, 1930, 1934), Paterson y Shannon (1927) y Edwards (1931, 1933). De los investigadores que realizaron importantes aportes para la fauna austral radicados en América del Sur se deben citar Philippi (1865), Lutz (1909, 1910, 1917) y más recientemente Wygodzinsky (1949 a-b, 1950, 1951 a-b, 1952, 1953 a-b, 1958, 1961 a-c), Wygodzinsky y Coscarón (1962, 1967, 1970, 1973 a-b, 1979, 1989), Py Daniel (1981, 1983, 1987, 1989), Maia Herzog *et al.* (1984), Shelley *et al.* (1984), Coscarón (1963, 1968, 1969, 1971 a-c, 1976 a-b, 1980, 1981 a-b, 1982, 1983 a-b, 1987, 1989, 1990, 1991, 1994; Coscarón y Coscarón Arias 1995 a-b, 1996 a-b, 1997, Coscarón *et al.* 1999, Coscarón y Miranda Esquivel 1998 a-b, Coscarón y Wygodzinsky (1960, 1962, 1972 a-b, 1973 a-b, 1975, 1984).

### IMPORTANCIA SANITARIA Y SOCIOECONÓMICA

Los conocimientos que se tienen del grupo han sido impulsados especialmente por su importancia entomopidemiológica, ya que producen molestias muy desagradables con sus picaduras (causando reacciones locales con prurito y edematización). Los simúlidos también producen pérdidas económicas a nivel regional afectando la actividad agropecuaria ganadera. Esto se debe a que el personal dedicado a tareas agropecuarias se siente impedido de desarrollar normalmente las actividades al aire libre por la acción de estos insectos, reduciendo la productividad por hora-hombre del trabajador frutihortícola. También producen un impacto sobre la ganadería, ya que los animales debido a las molestias provocadas no se alimentan adecuadamente, con la consiguiente merma en la producción de carne y/o leche. A esto debe agregarse dentro del ya mencionado problema socioeconómico, las pérdidas que ocasiona a la actividad turística; los ataques de estos insectos pueden ser tan intensos como para arruinar los planes de los acampantes, los adictos a la pesca, o los concurrentes a áreas de recreación.

Su importancia se incrementa porque son transmisores de agentes patógenos para animales, como filarias y virus (nuxomatosis y encefalitis) y protozoos como *Leucocytozoon* en aves (Coscarón, 1981a). De las parasitosis transmitidas por los jejenes, la más peligrosa para el hombre es la oncocercosis (*Onchocerca volvulus*), que en caso extremo puede producir ceguera. Existen otras especies de *Onchocerca* que parasitan al ganado o animales silvestres (primates, aves, etc.) (*Onchocerca lienalis*, *O. reticulata*, *O. gutturosa* y *O. cervicalis*). Otra filaria que también es transmitida al hombre por los simúlidos es *Mansonella ozzardi*, aunque su acción patógena es leve.

En la reunión internacional de Simúlidos (St. Catharine, Junio de 2000) se informó sobre la utilización de los simúlidos en el biomonitorio y test de toxicidad en relación a la calidad del agua, dada la sensibilidad a los contaminantes acuáticos, por lo que se están haciendo los estudios para que los simúlidos sean incorporados como índices bióticos en protocolos de estudios de agua (Overmyer *et al.*, 2000).

### BIONOMÍA

Los jejenes en su fase larval habitan ambientes acuáticos continentales, constituyendo un importante eslabón en la cadena trófica de los biotopos lóticos de agua. Generalmente escogen sitios con flujo de agua continuo y rápido; se ubican cerca de la superficie donde existe mayor concentración de oxígeno sobre hojas o ramas o bien sustratos pedregosos libres de algas y fango que permiten su fijación. Los factores físicos químicos que se detallan a continuación regulan la presencia, riqueza y abundancia, por lo que son determinantes para la micro y macrodistribución de las especies.

\* **Turbiedad:** Las formas larvales prefieren aguas claras y limpias, encontrándose mayor número de especies en este tipo de aguas, pero algunas veces toleran aguas con turbiedad durante cierto período o en forma permanente.

\* **Insolación (Heliofania):** Necesitan de aguas que reciban la luz directa. En cursos de agua que corren largo trecho por lugares sombreados difícilmente se encuentren larvas y pupas de simúlidos.

\* **Salinidad:** Viven en aguas dulces oligohalinas, es decir que presenten un residuo sólido inferior a 5 g/l. La mayoría vive en aguas que no sobrepasan 1 g/l, pero otras, como *Simulium wolffhuegeli*, pueden prosperar con una concentración de cerca 4 g/l.

\* **pH:** El próximo al neutro es el preferido. Sin embargo existen especies que pueden vivir bastante arriba o por debajo de la neutralidad (6,5-8,9).

\* **Oxígeno:** El alto contenido en oxígeno disuelto, que puede llegar al grado de saturación en aguas torrentosas, es un factor ambiental que favorece a la mayoría de los simúlidos. Gran parte del oxígeno disuelto proviene del proceso fotosintético, de ahí que los lugares soleados sean los preferidos por estos dípteros.

\* **Temperatura:** Pueden vivir en aguas con temperaturas próximas a 0 °C como se observa en la Puna, Alta Cordillera o Tierra del Fuego, en que se forma hielo a la orilla del curso de agua o están cubiertas por nieve, o arriba de 25 °C como ocurre en el norte del país. Prefieren en su gran mayoría temperaturas entre 7 y 15 °C que son las que en primavera se registran con más frecuencia.

\* **Altitud:** Viven desde el nivel del mar hasta los 4.700 metros de altura. La altitud está correlacionada con la temperatura. En la Argentina, el mayor porcentaje de especies (41%) se encuentra entre 500 y 1.000 metros y le sigue en proporción las que se encuentran entre 1 y 500 metros.

\* **Soportes:** El sustrato elegido para apoyo es muy variado, pero siempre exigen un soporte sólido que permita la fijación de larvas y pupas. No se las encuentra sobre lino, ni tampoco cuando hay muchas algas unicelulares. Los más frecuentes son piedras, hojas, tallos, ramas, troncos de árboles o raíces. Cuando lo hacen sobre vegetales, en general no están sobre hojas muertas. 53% de las especies argentinas se apoyan sobre vegetales. Algunas especies tienen predilección por un sustrato pero hay otras que



son indiferentes y pueden usar como soportes además de vegetales y rocas, trozos de hierro, plástico, madera, etc.

• **Profundidad:** Larvas y pupas viven en su mayoría próximas a la superficie y no más allá de 50 centímetros de profundidad. Sólo se observan especies a mayor profundidad cuando las aguas son bien claras.

• **Velocidad de la corriente:** Presentan reofilia positiva. Al utilizar el alimento y el oxígeno disuelto en agua, a mayor volumen de agua filtrada mayores posibilidades poseen de extraer su comida. Para que las especies puedan mantenerse en determinadas corrientes, deben tener capacidad para sostenerse fijas en el soporte, y de que los abanicos cefálicos puedan mantenerse erguidos y sus músculos alcancen a contraerse al butirlos llevando comida a la boca. Por ello, la velocidad de la corriente es un factor muy importante para definir el hábitat de las especies de simúlidos, al que en general son muy exigentes. Las especies de llanura viven en cursos de agua en que a veces la velocidad mínima es de alrededor de 2 cm/s. Hay especies que pueden vivir en hilos de agua en que la velocidad es muy baja. La mayoría de las especies prefieren velocidades entre 10 y 50 cm/s, aunque existen algunas que viven solamente en cursos torrentosos que pueden superar los 100 cm/s.

Información sobre los valores de factores ambientales en relación a las diferentes especies de Simúlidos de la Argentina figuran en Coscarón *et al.* (1996).

## COMPORTAMIENTO

Los simúlidos son insectos de hábitos predominantemente diurnos. Ambos sexos se alimentan de jugos vegetales o del néctar de las flores y solamente las hembras de algunas especies practican la hematofagia. Los estados inmaduros (huevo, larva y pupa) son acuáticos.

La cópula se realiza en el sitio de emergencia de los adultos. Las hembras producen de 200 a 500 huevos en un solo ciclo gonadotrófico pudiendo distribuirlos libremente en la superficie del agua (durante el vuelo) o bien disponerlos en forma masiva por la oviposición de varias hembras, colocados sobre hojas o ramas próximas al agua. Algunas se arrastran bajo el agua para depositar sus huevos (Peterson, 1981). Dependiendo de las especies y la temperatura del agua, el tiempo de incubación de los embriones varía de 4 a 30 días, pudiendo ser mucho más largo en aquellas especies en las cuales sus huevos sufren diapausa (Peterson, 1981). Aunque algunas especies pueden ser autógenas (no consumen sangre), otras requieren forzosamente consumir sangre de vertebrados para llevar a cabo la ovogénesis; determinando así los llamados ciclos gonadotróficos. Dependiendo de las preferencias hematófagas se reconocen como: zoófilas generalistas, omitófilas, mamalófilas y antropófilas. Los embriones solo continúan su desarrollo cuando se hallan en un ambiente muy húmedo o quedan inundados.

Luego de unos días eclosionan las larvas que se adhieren a los sustratos (ramas, hojas, troncos, piedras) por un disco adhesivo que poseen en la porción posterior del cuerpo (disco anal), ayudadas además por un fino hilo de seda que secretan por la boca, donde desembocan sus glándulas salivares. Son filtradoras no selectivas y se alimentan de pequeños organismos (zoo y fitoplancton), restos vegetales o de otros insectos que lleva el agua en suspensión. Su desplazamiento se produce con la corriente acuática que las lleva, pudiendo evitarlo manteniéndose por un hilo de seda que secretan evitando así ser arrastradas.

Cuando llegan a su último estadio, construyen un capullo con la seda secretada por sus glándulas salivares, que le servirá de refugio a la pupa. Las pupas tienen un aspecto peculiar en forma de "chinela" o de "zueco", presentando en la parte anterior una serie de filamentos que son las branquias u órganos respiratorios. En el estado de pupa permanecen un tiempo variable, según la temperatura, pudiendo ser entre 7 y 20 días. Durante este lapso en su interior se genera a través de una complicada metamorfosis la mosquita, que emergerá envuelta en una burbuja de aire que la llevará a la superficie, de donde saldrá volando para reanudar el ciclo.

Con pocas excepciones los jejenes no son estrictamente específicos del huésped. Al comienzo de su período de actividad, las hembras vuelan buscando al hospedador. Después de la succión, buscan un sitio donde reposar y digerir, y una vez que los huevos han madurado seleccionan el lugar de postura.

Los simúlidos se pueden desplazar por mecanismos intrínsecos y extrínsecos de vuelo distancias tan grandes como 15 km, pero se han encontrado a 40 km de criaderos adonde han llegado ayudados por el viento (Coscarón, 1981 a) y en África hasta 400 km (Crosskey, 1990). La longevidad no se conoce con exactitud en el campo, pero se cree que oscila alrededor de dos meses.

## TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN Y PRESERVACIÓN

De forma general los métodos de colecta se dividen en directos e indirectos; en el caso particular de los simúlidos se puede usar ambos, tanto para estados inmaduros y adultos.

### Colecta de estados inmaduros

Larvas y pupas se encuentran casi siempre en los cursos de agua apoyadas a diferentes soportes y a diversa profundidad. Se realiza la separación manual directa (mediante pinzas de relojero o entomológicas flexibles) siendo las larvas fáciles de tomar, no así las pupas cuyos capullos están fuertemente adheridos al sustrato. Si se utiliza una trampa acuática esta puede ser de cono. Se puede fabricar de distintas formas y materiales, de preferencia impermeables y se forran con plástico translúcido verde. El material de acuerdo al tipo de estudio para su determinación se puede fijar en

alcohol 80%, o bien llevarlo vivo al laboratorio para permitir su desarrollo. Con fines taxonómicos es conveniente la cría de las pupas en forma individual. Se colocan en pequeños tubos de 6 cm de largo por 2 cm de diámetro con base plana. La pupa se coloca sobre un trozo de papel de filtro húmedo en el fondo del tubo, apoyada en la posición que tenía en su soporte. El tubo se tapa con un algodón, el que debe evitarse que se moje. El material se debe observar dos veces al día para controlar la humedad del papel de filtro, o bien fijar el material si se ha muerto y evitar la producción de hongos. Al emerger el imago es conveniente trasladarlo a otro tubo seco, donde se lo dejará 24 hs, hasta que tome la coloración adecuada. Las larvas también pueden criarse, pero es más difícil que las pupas ya que necesitan instalaciones que provean una corriente de agua continua (Gray y Noble, 1999).

#### Colecta de adultos

Se pueden coleccionar con los métodos más comunes utilizados en entomología, ya sea por medio de redes manuales o bien con trampas de tipo Shannon o Malaise, donde el uso de atrayentes (cebo humano, animales o gas carbónico) es muy útil. El material conviene matarlo con cianuro por ser en general el más limpio de los productos letales, evitando así mancharlo; también se puede usar directamente fijador líquido si se lo guarda en alcohol.

### CLASIFICACIÓN DE LA FAMILIA

Orden: Diptera

#### Familia: Simuliidae

El catálogo más reciente de los simúlidos del mundo (Crosskey y Howard, 1997) incluye la lista de los nombres de las especies válidas y sus sinonimias conocidas hasta esa fecha. En él se registran 2.338 especies (de las cuales solamente las incluidas en *Simulium*, *Austrosimulium*, *Prosimulium* y *Cnephia* tienen importancia económica), clasificadas en dos subfamilias: Parasimuliinae con un género: *Parasimulium* Malloch con 4 especies, todas ellas de la región Neártica y conocidas únicamente en el territorio de los Estados Unidos de América. La otra subfamilia es Simuliinae, que tiene representantes en la mayor parte del mundo. Está formada por dos tribus: Prosimuliini (26 géneros y 351 especies) y Simuliini (2 géneros y 1.987 especies). Uno de los géneros es *Simulium* que reúne 45 subgéneros, abarcando 90% de las especies de la familia. Aproximadamente 300 especies corresponden a la región Neotropical.

Los simúlidos tienen una amplia distribución en el mundo; sin embargo, algunos taxa son peculiares de determinadas regiones biogeográficas tales como *Austrosimulium* que está restringido a Australia y Nueva Zelanda, *Prosimulium* y *Cnephia* a la región Holártica, *Gigantodax*, *Cnesia*, *Cnesiamima*, *Paraustrosimulium*, *Araucnephia*, *Araucnephioidea*, *Mayacnephia*, *Lutzsimulium* y *Tlalocomyia* a la región Neotropical. En cambio las especies de *Simulium* se distribuyen en todas las regiones zoogeográficas, 366 especies en la Paleártica, 257 especies en la Neotropical seguida de 115 en la Afrotropical y 110 en la Oriental, por último se encuentran 78 en la región Australiana y 75 en la Neártica (Kettle, 1990).

#### Características morfológicas

En forma general, la taxonomía del grupo se basa sobre las características de todos los estados de desarrollo con excepción del embrionario. Los huevos no son diferenciables con técnicas convencionales. En los imagos y larvas no en todos los casos se puede llevar a cabo la determinación taxonómica específica; en cambio las pupas casi siempre aportan buenos caracteres diferenciales para la discriminación de especies. En el caso de los adultos, la determinación específica se hace básicamente por los patrones de coloración corporal, principalmente del escudo y el abdomen.

#### Imagos: (Figs. 1-5)

Tamaño relativamente pequeño (longitud entre 1,5 y 5 mm); color generalmente grisáceo a negro o de tonos castaños amarillentos; la hembra por lo común más clara, pudiendo el macho ser negruzco con aspecto aterciopelado. Cabeza ancha y redondeada (Fig. 2-3); hembras con frente (Fig. 3); machos holópticos; antenas relativamente cortas y moniliformes, de 11 artejos (excepcionalmente 10). Apéndices bucales relativamente cortos (Fig. 3) (en el macho solo vestigiales). Tórax ancho, con escudo convexo, más giboso en el macho, cubierto de pelos uniformes y a menudo ornamentado con bandas longitudinales y más raramente con brillo iridiscente. Alas anchas, bien desarrolladas, presentando pelos y setas espiniformes. Patas relativamente cortas y robustas, de pigmentación y anchura variada en sus artejos, pudiendo presentar diferente tipo de pelos. Abdomen grueso, generalmente con escasa ornamentación (Fig. 1). La genitalia (para su observación es necesario disecar y hacer preparación microscópica) en hembras (Fig. 4) presenta paraproctos (p) de forma variada, cercos (c), VIII esternito (VIII est) y gonapófisis (go), horquilla genital (hg) y espermateca (esp). En machos (Fig. 5) basistilo (ba), dististilo (di) que lleva uno o varios espolones apicales (e), parámero = órgano endoparameral (oe) con fuertes ramas basales (r) y ganchos distalmente (g), esclerito mediano (em) y placa ventral (pl v).

### Huevo (Fig. 6)

El huevo de los simúlidos mide de 0,18 a 0,46 mm de largo; es ovoide pero asimétrico, variando desde triangular a reniforme por una parte a más oval en otra. Bajo el microscopio compuesto el corion no manifiesta ornamentaciones, no así a mayores aumentos logrados con el microscopio electrónico (Peterson, 1981). Se los encuentra casi siempre formando masas aglutinadas. Son blancos amarillentos recién depositados, tornándose luego castaños a castaños oscuros.

### Larvas (Figs. 7-31)

De forma delgada y algunas veces cilíndrica, de 5,0 a 15,0 mm de longitud y cabeza bien diferenciada (Fig. 7). La morfología de las larvas es muy homogénea en todo el grupo. El abdomen presenta sus segmentos anteriores delgados y hacia su parte terminal más ensanchados, con la presencia característica de un anillo de hileras de ganchos en la parte terminal del cuerpo (ap). Color castaño amarillento, con tonos que van desde el verde gris blanquecino al castaño, presentando mayor intensidad en el dorso del cuerpo. Cabeza castaño amarillenta pálida, con manchas en el dorso de gran valor diagnóstico en el apotoma cefálico, mostrando variada ornamentación (Fig. 8). La cápsula cefálica es en general un poco más larga que ancha. Lateralmente con respecto al apotoma cefálico están las genas (g) que llevan las manchas oculares (mo). Ventralmente la cápsula cefálica (Fig. 9) presenta una proyección antero-ventral, el hipostomio (h), con el borde anterior bien esclerotizado y denticulado (Fig. 10-11), y llevando cerdas en sus bordes (setas hipostomiales), o en el centro (setas del disco). El área comprendida entre el surco hipostomiales, que delimita la base del hipostomal y los huecos tentoriales de la base de la cabeza es la postgena. Esta puede presentar hacia la porción basal posterior un área no esclerotizada conocida como hendidura gular (hg) de profundidad variable, denominándose puente postgenal o puente hipostomal (ph) el área comprendida entre la hendidura y la base del hipostoma.

Los apéndices cefálicos son dorsalmente las antenas (a), compuestas de tres artejos, llevando el distal un órgano sensorial cónico y alargado, y el abanico cefálico (ac) provisto de una robusta base donde se articulan rayos cortos (r) en número de 25-50 con denticulación interna variada a manera de peine; subapicalmente en la cara ventral, hay un abanico secundario (as), compuesto de rayos más pequeños. Ventralmente, se encuentran las robustas mandíbulas (m), provistas en el ápice (Fig. 12) de tres grandes dientes, dos externos (de) y uno apical (da) seguidos por 3 preapicales (dp); hacia la base, los dientes internos (di) de longitud y número variados pudiendo estar dispuestos en más de una hilera, y a continuación las serrulaciones mandibulares (sm).

El cuerpo es curvado ventralmente, apenas más angosto en el tercio mediano, con pseudoanillaciones y con una proyección antero-ventral, la propata (pp), y otra dorsal terminal, las branquias rectales (br). El tegumento en general es liso, pudiendo presentar en algunas especies pelos o tricomas, especialmente en el área abdominal. En el área

torácica se diferencian los histoblastos, de tono gris blanquecino, correspondientes a branquias de la pupa y patas del imago las que son aparentes a partir del cuarto estadio. El histoblasto branquial (hb) se torna castaño a negro cuando madura la larva; posee gran valor diagnóstico porque facilita la comparación con la pupa. La propata es subcilíndrica, presentando una hilera de ganchos en número variado y un par de escleritos laterales en forma de peine. El abdomen lleva dorsal y distalmente las branquias rectales compuestas de tres ramas primarias, que pueden subdividirse en un número elevado de lóbulos secundarios; son de tonos blanquecinos, de membrana fina que con fuerte aumento permite ver las células debajo de la cutícula. Por debajo y detrás de las branquias se encuentra el esclerito anal (ea) en forma de X (Fig. 13); en algunos géneros, el esclerito secundario puede alcanzar a cerrar el círculo ventralmente (Fig. 14). La presencia de escamas o tricomas, es común en el área abarcada por el esclerito anal. En la porción apical del cuerpo, que actúa como órgano de fijación en el sustrato a manera de ventosa, se encuentra el anillo posterior (ap) compuesto por 60-250 hileras de ganchos, llevando cada hilera de 12 a 30 ganchos.

### Pupas (Figs. 32-44)

Longitud entre 2 y 8 mm. Está protegida por un capullo que la recubre parcial o totalmente y de forma variado, aunque predomina la forma de chinela (Figs. 32-34) o zapato (Figs. 35-37). La pupa presenta anteriormente expansiones protorácicas con funciones respiratorias de morfología muy variada y generalmente arborescentes. El número de ramas varía de una a más de un centenar; al numerarlas se comienzan a contar desde el dorso hacia la región ventral, en el sentido de las agujas del reloj. Tiene un pedúnculo basal del que salen las ramas primarias y sus ramificaciones son ramas secundarias, terciarias, etc. En el dorso del tórax y frontoclípeo generalmente presenta pequeños tubérculos de borde liso o rugoso, en número variado. El tegumento del abdomen presenta espinas y tricomas simples o ramificados en los que se fija el capullo, cuyo número y forma posee gran valor diagnóstico, mostrando la distribución de tricomas y espinas un modelo bastante constante en los grupos supraespecíficos (Fig. 40).

### Claves para determinar generos de Simuliidae registrados en la Argentina

#### Imagos

- 1a- Pedisulco ausente (Fig. 45); célula basal ausente o presente (Fig. 55), largo de la sección basal de R (medido desde el cruce de la vena humeral) aproximadamente 1/3 de la distancia de la base de Rs al extremo del ala ..... Prosimuliini ..... 2  
1b- Pedisulco bien desarrollado (Fig. 46-47); célula basal ausente; largo de la sección basal de R mucho menor que la distancia desde la base de Rs al extremo del ala ..... Simuliini ..... *Simulium*

- 2a- Cu, y A rectas célula basal ausente ..... *Gigantodax*  
 2b- Cu y A curvas (Fig. 1); célula basal presente o ausente ..... 3  
 3a- Antena con 10 artejos; horquilla genital femenina casi completamente sin pigmento, con rama mediana robusta no más larga que las ramas posteriores (Fig. 48); genitalia del macho con esclerito mediano geniculado, compuesto de una porción alargada en forma de Y y dos ramas apicales alargadas subparalelas; porción apical de los endoparámetros con numerosos denticulos alargados ..... *Paraustrosimulium*  
 3b- Antena con 11 artejos; horquilla genital femenina bien pigmentada, con la rama mediana no como en el dilema anterior; esclerito mediano del macho no como lo indicado precedentemente, o con la porción apical de los endoparámetros sin denticulos ..... 4  
 4a- R<sub>1</sub> con setas y pelos espiniformes; si las setas espiniformes no son muy claras, el diente subbasal de las uñas de la hembra es pequeño ..... 5  
 4b- R<sub>1</sub> sólo con setas en forma de pelo; setas espiniformes no desarrolladas, diente subbasal de las uñas de la hembra grande (Fig. 51) ..... *Cnesiamima*  
 5a- Célula basal ausente. Cu<sub>2</sub> en algunos especímenes con una pequeña rama próxima a la mitad de su recorrido; mandíbula de la hembra dentada sólo en el margen interno; uñas de la hembra con un diente subbasal pequeño (Fig. 52); ramas del furcasterno con proyecciones características (Fig. 53); macho con endoparámetro no perceptible ..... *Lutzsimulium*  
 5b- Célula basal presente (Fig. 55). Cu<sub>2</sub> nunca ramificada; mandíbula de la hembra como indicado en 5a o con dientes bien desarrollados sobre los márgenes internos y externos; uñas de la hembra con diente subbasal grande (Fig. 50, 54 y 57); ramas del furcasterno sin proyecciones; macho con endoparámetro perceptible ..... 6  
 6a- Alas con suave curvatura en Cu<sub>2</sub> y A (Fig. 55), casi llegando al margen del ala; macho con la porción basal del endoparámetro poco desarrollada, denticulos de la porción distal bien desarrollados pero pocos en número, hembras con horquilla genital llevando dos apodemas dirigidos hacia adelante (Fig. 56) ..... *Cnesia*  
 6b- Alas con pronunciada curvatura en Cu<sub>2</sub> y A, terminando bien delante del margen del ala; endoparámetro del macho no como en 6a; horquilla genital de la hembra sin apodemas ..... 7  
 7a- Hembra ..... 7  
 7b- Macho ..... 8  
 8a- Diente subbasal de las uñas fino, en forma de gancho (Fig. 57) ..... *Araucnephioidea*  
 8b- Diente subbasal de las uñas relativamente corto (Fig. 50) ..... *Araucnephia*  
 9a- Áreas esclerotizadas de los esternos abdominales pequeñas, transversas; áreas esclerotizadas de los tergitos abdominales aumentando en tamaño hacia los segmentos posteriores (Fig. 58), genitalia con placa ventral subtriangular y ramas basales angostas, rectas; ramas del esclerito mediano paralelas, endoparámetro con porción basal grande y denticulos del área apical bien desarrollados ..... *Araucnephia*

- 9b- Áreas esclerotizadas de los esternos abdominales grandes, subcuadradas; áreas esclerotizadas de los tergitos abdominales de tamaño casi igual en todos los segmentos; genitalia con la placa ventral subtriangular, con ramas basales robustas, redondeadas hacia el ápice y recurvadas, ramas del esclerito mediano divergiendo fuertemente hacia el ápice, endoparámetro con la porción basal pequeña y denticulos del área apical poco desarrollados ..... *Araucnephioidea*

#### Larvas

- 1a- Abertura gular ausente o escasamente desarrollada (Fig. 15); 3º artejo antenal más largo que el 2º (Fig. 17 y 19); esclerito anal con o sin esclerito accesorio perianal en forma de anillo; esclerito cervical generalmente conectado a los extremos superiores del postoccipucio ..... 2  
 1b- Abertura gular profunda, con puente hipostomal más corto que la altura del hipostoma (Fig. 9, 16), 3º artejo antenal más corto que el 2º (Fig. 30), esclerito anal sin accesorio perianal; esclerito cervical libre (Fig. 23) ..... *Simulium* (en parte)  
 2a- Esclerito anal con un esclerito accesorio que forma un anillo completo alrededor de la porción posterior del cuerpo (Fig. 14); mandíbula con 3 dientes externos ..... *Gigantodax*  
 2b- Esclerito accesorio no desarrollado en forma de anillo (Fig. 13); mandíbula con 2-4 dientes externos ..... 3  
 3a- Dientes del hipostoma dispuestos en 3 grupos conspicuos (Fig. 10); numerosos denticulos en el margen de la mandíbula (más de 5) (Fig. 12) ..... 4  
 3b- Dientes del hipostoma distribuidos más homogéneamente, no dispuestos en grupos conspicuos; denticulos del margen de la mandíbula menos numerosos (no más de 5), generalmente 2 ..... 5  
 4a- Antena aproximadamente de igual longitud que el tallo del abanico cefálico; hipostoma con 13 o 17 dientes ..... *Araucnephioidea*  
 4b- Antena más corta que el tallo del abanico cefálico; hipostoma con 15 dientes ..... *Araucnephia*  
 5a- Antena más larga que el tallo del abanico cefálico; 3º segmento antenal notoriamente más largo que el 1º y 2º juntos, siendo además muy fino y débilmente esclerotizado (Fig. 17, 19); sostenes del esclerito anal dirigidos hacia atrás y por debajo del cuerpo principal del esclerito anal ..... 6  
 5b- Antena no más larga que el tronco del abanico cefálico; 3º segmento antenal no más largo o apenas más largo que el 1º y el 2º combinados; esclerito anal sin los sostenes mencionados ..... 7  
 6a- Hipostoma con diente mediano por debajo de los dientes del ángulo y también del tercero intermedio (Fig. 15); 3º artejo antenal casi tres veces más largo que el 1º y 2º juntos; 2º artejo antenal menos de 4 veces el largo del 1º (Fig. 17) ..... *Cnesiamima*



- 6b- Hipostoma con diente mediano aproximadamente a la misma altura que los laterales y más largo que el tercero intermedio (Fig. 18); 3º artejo antenal menos del doble de largo que el 1º y 2º juntos; 2º artejo antenal casi igual al 1º (Fig. 19) ..... *Paraustrosimulium*
- 7a- Abertura gular bien desarrollada (Fig. 16); hipostoma con un máximo de 13 dientes, dientes 2+2 laterales cuando son perceptibles, semejantes a recortes laterales; mandíbula con 2 dientes externos ..... 8
- 7b- Abertura gular muy reducida; hipostoma con 17 dientes, dientes del ángulo semejantes a los restantes; mandíbula con 4 dientes externos ..... *Cnesia*
- 8a- Esclerito cervical pequeño, membrana del cuello libre ..... 9
- 8b- Esclerito cervical elongado transversalmente, conectado con el final del postoccipucio ..... *Lutzsimulium* (en parte)
- 9a- Diente apical de la mandíbula de tamaño subigual, o disminuye en tamaño del 1º al 3º diente ..... *Simulium* (en parte)
- 9b- Diente preapical de la mandíbula con el 2º diente más chico que el 1º o el 3º ..... *Lutzsimulium* (en parte)

#### Pupis

- 1a- Estenito abdominal VI+VII dividido longitudinalmente a lo largo por una membrana estriada, ganchos del tergo VI+VIII invariablemente simples, segmentos abdominales VIII+IX en muchos casos con setas gruesas, fuertemente curvadas, enrolladas o en forma de ancla (Fig. 40) ..... 2
- 1b- Estenito abdominal VI+VII entero, en muchos casos algunos ganchos en tergo VI+VIII bifidos o trifidos, segmentos abdominales VIII y IX sin las setas mencionadas ..... *Simulium*
- 2a- Proceso terminal del abdomen corto y puntiagudo, branquias compactas y septadas, no filiformes ..... 3
- 2b- Proceso terminal del abdomen alargado; branquias generalmente filiformes ..... 4
- 3a- Branquias lameladas, glabras (Fig. 34) ..... *Paraustrosimulium*
- 3b- Branquias en forma de cigarro y con numerosos filamentos respiratorios (Fig. 41) ..... *Cnesiamima*
- 4a- Tergito del abdomen con peines de espinas, tergito VIII sin largos ganchos ..... 5
- 4b- Tergito del abdomen sin peines de espinas; tergito VIII con tricomas en forma de ganchos ..... *Cnesia*
- 5a- Tricomas faciales, torácicos y de segmentos VIII y IX del abdomen fuertemente curvados apicalmente ..... *Lutzsimulium*
- 5b- Por lo menos tricomas faciales y torácicos no curvados apicalmente ..... 6
- 6a- Esclerito cefálico con tricomas facial, frontal, epicraneal, lateral y genal (Fig. 42); tricomas faciales filiformes ..... *Araucnephia*
- 6b- Esclerito cefálico sin todos los tricomas mencionados; tricomas faciales con aspecto de espinas o filiformes ..... 7

- 7a- Tórax con tubérculos dispuestos en círculos; porción basal de las branquias con una estructura cuticular que parece una placa; tricomas torácicos filiformes ..... *Araucnephioidea*
- 7b- Tórax con tubérculos no dispuestos en círculos; porción basal de las branquias sin la estructura cuticular mencionada, tricomas torácicos filiformes o gruesos como espinas ..... *Gigantodax*

#### Clave de subgéneros y grupos del género *Simulium*

##### Larvas

- 1a- Anillo anal con más de 150 hileras de ganchos ..... 2
- 1b- Anillo anal con menos de 120 hileras de ganchos ..... 5
- 2a- Cuerpo con pelos generalmente grandes, lanceolados (Fig. 20); hipostoma con dientes mediano e intermedio no bien diferenciados (Fig. 21); escleritos cervicales ensanchados, más de dos veces más anchos que largos (Fig. 22) ..... *Thyrsopelma*
- 2b- Cuerpo de larva sin pelos; hipostoma con dientes mediano y generalmente intermedios bien diferenciados; escleritos cervicales angostos, menos de dos veces más anchos que largos (Fig. 23) ..... 3
- 3a- Apotoma cefálico más oscuro en la porción basal, asemejándose a un triángulo ..... (en parte) *Chirosillbia* (gr. *perlinax*)
- 3b- Apotoma cefálico con diferente ornamentación a la señalada precedentemente ..... 4
- 4a- Bordes laterales del hipostoma descendiendo abruptamente desde el diente del ángulo dando aspecto de meseta (Fig. 11); mandíbula con diente preapical más corto que el apical (Fig. 24) ..... *Hemicnetha* (gr. *brachycladum*) + *Trichodagmia* (gr. *lahillei* + gr. *pruinsum*)
- 4b- Bordes laterales del hipostoma descendiendo muy levemente, desde el diente del ángulo dando aspecto de suave curva (Fig. 25); mandíbula con diente preapical tan largo o más que el apical (Fig. 26) ..... *Hemicnetha* (gr. *paynei*)
- 5a- Apotoma cefálico sin ornamentación o apenas reducida a escasa mancha en área centro-basal, y con abundantes pelos cortos en la cápsula cefálica (Fig. 27); generalmente con una banda oscura circunscribiendo el primer segmento abdominal; antenas finas y más largas que la base del abanico cefálico ..... 6
- 5b- Apotoma cefálico con ornamentación evidente, sin pelos, y si los hay son cortos y con muy escasa distribución; antenas generalmente gruesas, pudiendo ser más o menos largas que la base del abanico cefálico ..... 7
- 6a- Mandíbula con una hilera de setas espiniformes al nivel supramarginal inferior (Fig. 28); segundo artejo antenal igual o mayor que el primero ..... *Cerqueirellum*
- 6b- Mandíbula sin una hilera de setas espiniformes al nivel supramarginal inferior; segundo artejo antenal desde 1/2 a 4/5 del largo del primero ..... *Coscaroniellum*

- 7a- Escotadura gular poco desarrollada, con puente postgenal más largo que la altura del hipostoma; branquias anales compuestas de 3 lóbulos simples ... 8
- 7b- Escotadura gular bien desarrollada; branquias anales generalmente con divertículos en los lóbulos (Fig. 29) ..... 9
- 8a- Antenas con fino reticulado transversal (Fig. 30) y sobrepasando bien la longitud de la base del abanico cefálico ..... *Simulium* s. str.
- 8b- Antenas lisas y sin reticulado transversal, menores o sobrepasando la longitud de la base del abanico cefálico ..... (en parte) grupo *blancasi*
- 9a- Branquias anales con 3 lóbulos simples ..... grupo *blancasi*
- 9b- Branquias anales generalmente con divertículos en los 3 lóbulos ..... 10
- 10a- Apotoma cefálico con manchas aisladas puntiformes anteromedianas, posteromedianas, anterolaterales y posterolaterales generalmente positivas (Fig. 8), pero puede haber negativas ..... 11
- 10b- Apotoma cefálico con ornamentación variada, diferente de la señalada en el 10a ..... 15
- 11a- Esclerito anal sin escamas ..... 12
- 11b- Esclerito anal con escamas (Fig. 13) ..... 13
- 12a- Antena mayor que la longitud de la base del abanico cefálico; segundo artejo antenal menor que el tercero ..... *Psaroniocompsa*
- 12b- Antena menor que la longitud de la base del abanico cefálico; segundo artejo antenal mayor que el tercero ..... *Ectemnaspis* (gr. *bicoloratum* + gr. *perflavum*)
- 13a- Larvas del último estadio pequeñas, menores que 4,5 mm ..... *Notolepria*
- 13b- Larvas del último estadio medianas a grandes, mayores que 5 mm ..... 14
- 14a- Segundo artejo antenal menor que el tercero ..... *Chirostilbia* (gr. *subpallidum*)
- 14b- Segundo artejo antenal mayor que el tercero ..... *Pternaspatha*
- 15a- Apotoma cefálico más oscurecido en la mitad basal, dejando una ventana clara en la porción mediana subbasal y 2 laterobasales (Fig. 31); esclerito anal sin escamas ..... *Ectemnaspis* (gr. *bicoloratum* + gr. *romanai* + gr. *dinellii*) + *Psilopelmia*
- 15b- Apotoma cefálico con ornamentación variada, pero no como en 15a; esclerito anal con o sin escamas ..... 16
- 16a- Esclerito anal con escamas; segundo artejo antenal mayor que el tercero ..... *Pternaspatha*
- 16b- Esclerito anal sin escamas; segundo artejo antenal menor que el tercero ..... 17
- 17a- Apotoma cefálico con una mancha oscura difusa basal que se va afinando hacia adelante delimitando dos áreas claras alargadas, o sin delimitar bien las áreas claras ..... *Inaequalium*
- 17b- Apotoma cefálico con fuerte pigmentación basal que en conjunto presenta forma subtriangular o pigmentación mas suave y difusa ..... *Chirostilbia* (gr. *pertinax*)

Pupas

- 1a- Branquias arborescentes, relativamente gruesas con ápice acuminado y bien esclerotizado, simulando una espina, y en número de 12-50 ramas (Fig. 38); capullo muy resistente y proyectado ventralmente (Fig. 37) ..... *Thyrsopelma* ..... 2
- 1b- Branquias de forma variada pero con ápice no acuminado y esclerotizado no simulando una espina; capullo de estructura variada ..... 4
- 2a- Filamentos branquiales rugosos, muy esclerotizados (Fig. 39); frontoclipeo y porción expuesta del tórax cubiertos por espinas bien evidentes (Fig. 43) ..... gr. *hirtipupa*
- 2b- Filamentos bronquiales lisos, poco esclerotizados, frontoclipeo y porción expuesta del tórax sin espinas ..... 3
- 3a- Frontoclipeo y porción expuesta del tórax con abundantes tubérculos acuminados ..... gr. *scutistriatum*
- 3b- Frontoclipeo y porción expuesta del tórax con escasos tubérculos, estos no acuminados, limitados a la base del frontoclipeo y pequeña porción ventrolateral del tórax ..... gr. *orbitale*
- 4a- Branquias notoriamente engrosadas, generalmente con fuertes curvaturas asimétricas (Fig. 32) ..... (en parte) *Inaequalium* + (en parte) *Psaroniocompsa*
- 4b- Branquias filiformes y sin curvaturas laterales, simétricas ..... 5
- 5a- Capullo de tejido muy resistente y con porción anterior bien elevada, generalmente protegiendo la base de las branquias, filamentos branquiales relativamente engrosados ..... 6
- 5b- Capullo de tejido no resistente y generalmente con porción anterior no elevada protegiendo las branquias; filamentos branquiales relativamente finos ..... 10
- 6a- Capullo festoneado protegiendo en gran parte las branquias (Fig. 35) ..... 7
- 6b- Capullo con borde liso no festoneado (Fig. 36) ..... 8
- 7a- Branquias con 8 ramas de ápice romo y esclerotizado; frontoclipeo reforzado en la base y ensanchado no diferenciándose los machos de las hembras (Fig. 44) ..... *Hemicneitha* (gr. *payneli*)
- 7b- Branquias con 10 ramas de ápice membranoso no esclerotizado; frontoclipeo no reforzado en la base y más angosto en machos que en hembras ..... (en parte) *Chirostilbia*
- 8a- Branquias con 6 filamentos ..... *Hemicneitha* (gr. *brachycladum*)
- 8b- Branquias con más de 6 filamentos ..... *Trichodagmia* ..... 9
- 9a- Branquias con 12 ramas ..... gr. *lahillei*
- 9b- Branquias con 18-20 ramas ..... gr. *prunosum*
- 10a- Filamentos branquiales en número de 4 ..... 11
- 10b- Filamentos branquiales en número superior a 4 ..... 12
- 11a- Tubérculos del frontoclipeo y porción expuesta del tórax acuminados; capullo no reducido ventralmente ..... *Coscaroniellum*



- 11b- Tubérculos del frontoclépeo y porción expuesta del tórax no acuminados; capullo reducido ventralmente ..... grupo *blancasi*
- 12a- Filamentos respiratorios con 6 ramas ..... 13
- 12b- Filamentos respiratorios con más de 6 ramas ..... 15
- 13a- Tricomas de la porción expuesta del tórax en número superior a 10 pares ..... *Pternaspatha* + *Simulium* s. str.
- 13b- Tricomas de la porción expuesta del tórax en número de alrededor de 5 pares ..... 14
- 14a- Frontoclépeo y porción expuesta del tórax con tricomas bifidos (raramente simples) ..... *Psaroniocompa* + *Cerqueirellum*
- 14b- Frontoclépeo y porción expuesta del tórax con tricomas no bifidos (con 1-8 ramas) ..... *Inaequalium*
- 15a- Filamentos respiratorios con 8-10 ramas ..... 16
- 15b- Filamentos respiratorios con más de 10 ramas ..... (en parte) *Chirostilbia*
- 16a- Tricomas de porción expuesta del tórax en número superior a 10 pares y frecuentemente modificados, branquias con 8 ramas ..... *Pternaspatha*
- 16b- Tricomas de porción expuesta del tórax en número alrededor de 5 pares, branquias con 8-10 ramas ..... 17
- 17a- Capullo de tejido flojo con aspecto gelatinoso o de fieltro, con borde anterior engrosado y carena dorsal (Fig. 33) ..... *Ectemnaspis* (gr. *bicoloratum*) + (en parte) gr. *romanae*
- 17b- Capullo de tejido compacto con trama visible ..... *Chirostilbia* (gr. *subpallidum*) + *Nototepria* + *Cerqueirellum* + *Ectemnaspis* (gr. *perflavum*) + gr. *dinellii* + *Psilopelmia*

## BIBLIOGRAFÍA

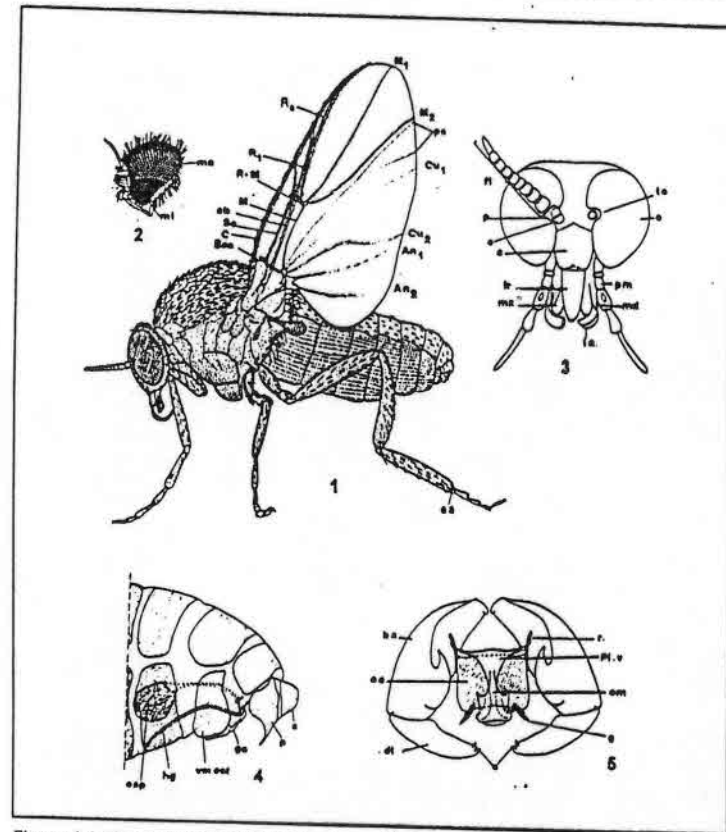
- Bigot, E. 1888. Dipteres. In: Mission scientifique du Cap Horn 1882-1883. Paris, Gauthier-Villars et Fils 6, zool., 45 pp. 4 pl.
- Blanchard, E. 1852. Diptera, 1-353. In: C. Gay. Historia Física y Política de Chile, Zool.
- Borror, D. J., D. M. De Long and C. A. Triplehorn. 1981. An introduction to the study of insects. Saunders College Publishing.
- Coscarón, S. 1963. Dípteros hematofagos de Tierra del Fuego, posibles vectores de la Mixomatosis del «conejo europeo» *Oryctolagus cuniculus* (L.). Rev. Fac. Cienc. Vet., La Plata 5: 153-159.
- Coscarón, S. 1968. Ampliación del área de distribución de Simuliidae en Argentina (Diptera). Rev. Soc. Entomol. Arg. 30: 65-67.
- Coscarón, S. 1969. Nuevos datos relacionados con la importancia sanitaria de los simúlidos (Diptera-Insecta). Rev. Soc. Entomol. Arg. 31: 73-76.
- Coscarón, S. 1971a. Estado actual de las enfermedades transmitidas por Simúlidos. Bol. Soc. Entomol. Perú 6: 80-84.
- Coscarón, S. 1971b. Claves para la identificación de las especies de simúlidos del género *Gigantodas* y su distribución geográfica en la Argentina (Insecta, Diptera, Simuliidae). Actas V Jornadas de la Facultad de Ciencias Veterinarias, La Plata 2: 55-64.

- Coscarón, S. 1971c. Notas sobre Simúlidos Neotropicales I. Sobre una nueva especie del Norte Argentino (Diptera, Simuliidae). Rev. Soc. Entomol. Arg. 33: 33-41.
- Coscarón, S. 1976a. Las especies de «jerjeles» (Simuliidae, Diptera, Insecta) de la zona de Arica. Rev. IDesia (4): 25-34.
- Coscarón, S. 1976b. Notas sobre Simúlidos Neotropicales VI. Sobre dos especies nuevas de Jerjeles de la provincia de Misiones, Argentina (Diptera, Insecta). Rev. Soc. Entomol. Arg. 35: 147-154.
- Coscarón, S. 1980. Notas sobre Simúlidos Neotropicales IX. Sobre un grupo de especies, próximo al subgénero *Simulium* (*Inaequalium*) (Diptera-Insecta). Rev. Soc. Entomol. Arg. 39(3-4): 293-302.
- Coscarón, S. 1981a. Insecta, Simuliidae 38, pp. 1-105. En: R. Ringuelet (dir.), Fauna de Agua Dulce de la República Argentina, FECIC, Bs. Aires.
- Coscarón, S. 1981b. Notas sobre Simúlidos Neotropicales XI. Sobre el subgénero *Simulium* (*Chirostilbia*) Enderlein, con la descripción de dos especies nuevas del S.E. del Brasil (Diptera-Insecta). Rev. Soc. Entomol. Arg. 40(1-4): 157-164.
- Coscarón, S. 1982. Notas sobre Simúlidos Neotropicales X. Sobre un grupo peculiar de especies del género *Simulium* del S. E. de Brasil, Paraguay y N. O. de Argentina (Diptera-Insecta). Rev. Soc. Entomol. Arg. 41(1-4): 65-76.
- Coscarón, S. 1983a. Notas sobre Simúlidos Neotropicales XII. Las especies de *Simulium* «grupo amazonicum» de Argentina, Sur de Brasil y Paraguay (Simuliidae-Diptera). Rev. Soc. Entomol. Arg. 42(1-4): 89-99.
- Coscarón, S. 1983b. Revisión del subgénero *Simulium* (*Ectemnaspis*) Enderlein (Simuliidae, Diptera, Insecta) XIII. Rev. Soc. Entomol. Arg. 43: 283-325.
- Coscarón, S. 1987. El género *Simulium* Latreille en la región Neotropical: Análisis de los grupos supraespecíficos, especies que los integran y distribución geográfica (Simuliidae, Diptera, Insecta). Mem. Mus. Paraense Emilio Goeldi, Col. E. Snethlage: 1-111.
- Coscarón, S. 1989. Los estudios ecológicos en Simúlidos Neotropicales (Diptera-Insecta). Actas XI Congr. Soc. Entomol. Brasil. Fundação Cargill, Seminario Insetos e Acaros. Anais 5: 69-98.
- Coscarón, S. 1990. Taxonomía y Distribución del subgénero *Simulium* (*Ectemnaspis*) (Simuliidae, Diptera, Insecta). Iheringia, Sér. Zool. (70): 109-170.
- Coscarón, S. 1991. Simuliidae, Subfamilia Simuliinae, Tribu Simuliini, 38, pp. 1-295. En: Z. Castellanos (dir.), Fauna de Agua Dulce de la República Argentina, FECIC, Bs. Aires.
- Coscarón, S. 1994. Los Simuliidae (Diptera) y su importancia sanitaria en Latinoamérica. Mem. XXI Cong. Soc. Colomb. Entomol., Colombia: 357-366.
- Coscarón, S. y C. L. Coscarón-Arias. 1995a. Insecto Diptera Simuliidae, pp. 1269-1289. En: E. Lopretto y O. Tell (dirs.), Ecosistemas de aguas continentales. Metodologías para su estudio. Ediciones Sur, La Plata.
- Coscarón, S. y C. L. Coscarón-Arias. 1995b. Distribution of Neotropical Simuliidae (Insecto, Diptera) and its areas of endemism. Rev. Acad. Colombiana Cien. Exact., Fis. Nat. 19 (75): 717-732.
- Coscarón, S. y C. L. Coscarón-Arias. 1996a. Análisis cladístico de *Simulium* (*Pternaspatha*) Enderlein (Simuliidae, Diptera). Acta Entomol. Chilena 20: 71-82.
- Coscarón, S. y C. L. Coscarón-Arias. 1996b. On *Simulium* (*Pternaspatha*), with description of a New Species (Diptera Simuliidae). Mem. Inst. Oswaldo Cruz 91(6): 703-710.
- Coscarón, S. y C. L. Coscarón-Arias. 1997. A cladistic analysis of the subgenera *Inaequalium*, *Psaroniocompa* and *Chirostilbia* of the genus *Simulium* with comments on their distribution (Simuliidae: Diptera). Rev. Soc. Entomol. Arg. 56 (1-4): 109-121.
- Coscarón, S., S. Ibañez Bernal y C. L. Coscarón-Arias. 1999. Revisión de *Simulium* (*Simulium*) in the neotropical realm Insecta: (Diptera: Simuliidae). Mem. Entomol. Int. 4: 543-604.
- Coscarón, S. y R. Miranda Esquivel. 1998a. New synonym of *Simulium* (*Inaequalium*) *Inaequalis* (Paterson y Shannon, 1927) (Diptera: Simuliidae). Mem. Inst. Oswaldo Cruz 93(3): 337

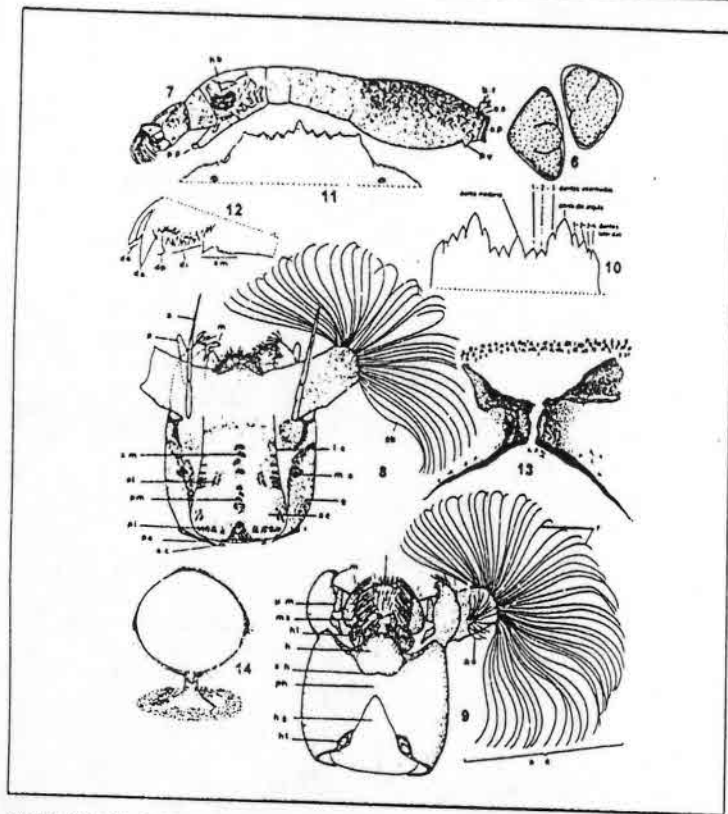
- Coscarón S. y R. Miranda Esquivel. 1998b. *Pedronomyia* a new neotropical Prosimuliini genus (Diptera: Simuliidae) *Gigantodax* lat. split of into two genera. Ent. Scandinavica 29(2): 161-168.
- Coscarón, S., R. Sarandón, C. L. Coscarón-Arias y E. Drago. 1996. Análisis de factores ambientales que influyen en la distribución de los Simuliidae (Diptera: Insecta) en el Cono Sur de América. Rev. Acad. Colombiana Cienc. Exact. Fis. Nat. 20(78): 549-573.
- Coscarón, S. y P. Wygodzinsky. 1960. Sobre la presencia de la familia Simuliidae (Diptera, Insecta) en la provincia de Buenos Aires. Orient. Med.: 1112-1125.
- Coscarón, S. y P. Wygodzinsky. 1962. Simuliidae (Diptera-Insecta) de Tierra del Fuego, Patagonia e Isla de Juan Fernández. Acta Zool. Ill. 18: 281-333.
- Coscarón, S. y P. Wygodzinsky. 1972a. Taxonomy and distribution of the black fly genus *Simulium* (Pteromalinae) Enderlein Simuliidae, Diptera, Insecta. Bull. Am. Mus. Nat. Hist. 147: 199-240.
- Coscarón, S. y P. Wygodzinsky. 1972b. Notas sobre Simúlidos Neotropicales III. Sobre tres especies de jejenes con hembras de color claro del S. E. del Paraguay y del N. E. de la Argentina (Simuliidae, Diptera). Rev. Mus. La Plata (N.S.) Secc. Zool. 11: 209-231.
- Coscarón, S. y P. Wygodzinsky. 1973a. Notas sobre Simúlidos Neotropicales II. Sobre *Simulium* (Pteromalinae) *opalinifrons* (Enderlein) y notas sobre el subgénero (Diptera, Insecta). Physis 32: 161-172.
- Coscarón, S. y P. Wygodzinsky. 1973b. Notas sobre Simúlidos Neotropicales IV. Sobre la presencia de *Simulium inaequale* (Paterson y Shannon) en el N.E. de Argentina y S.E. del Paraguay y una nueva especie muy afín. Rev. Soc. Entomol. Arg. 34: 141-149.
- Coscarón, S. y P. Wygodzinsky. 1975. Notas sobre Simúlidos Neotropicales V. Aportes para el conocimiento del subgénero *Simulium* (Notoleptia) Enderlein (Diptera -Simuliidae). Rev. Soc. Entomol. Arg. 34:277-288.
- Coscarón, S. y P. Wygodzinsky. 1984. Notas sobre Simúlidos Neotropicales VII. Sobre los subgéneros *Simulium* (Pteromalinae) *opalinifrons* Enderlein y *Simulium* (Notoleptia) nov. Arg. Zool. 31(2): 37-103.
- Crosskey, R. 1990. The Natural History of black flies. British Museum (Natural History). John Wiley and sons, New York.
- Crosskey, R. y T. Howard. 1997. A new taxonomic and geographical inventory of world blackflies (Diptera: Simuliidae). Natural Hist. Mus.: 1-144.
- Daly, H. V., J. T. Doyen y P. R. Erdich. 1978. Introduction to Insect Biology and Diversity. International Student Ed., Kogakusha-McGraw-Hill, Tokio. 364 pp.
- Edwards, F. M. 1931. Simuliidae, in British Museum (Nat. Hist.): Diptera of Patagonia and South Chile 2(4): 121-154. London.
- Edwards, F. M. 1933. Die Ausbeute der deutschen Chaco-Expedition 1925/126. Diptera. XLIII, Simuliidae (Melusiniidae). Konowia 12(3-4): 210-211.
- Enderlein, G. 1921. Neue aussereuropäische Simuliden. Sitzungs. Gells. Natur. Freu. Berlin 4-5: 77-81.
- Enderlein, G. 1922. Weitere Beiträge zur Kenntniss der Simuliden. Konowia 1: 67-76.
- Enderlein, G. 1925. Weitere Beiträge zur Kenntniss der Simuliden und ihrer Verbreitung. Zool. Anz. 62: 201-211.
- Enderlein, G. 1930. Der heutige Stand der Klassifikation der Simuliden. Archiv. Klassifk. Phylog. Ent. 1: 77-97.
- Enderlein, G. 1934. Weiterer Ausbau des System der Simuliden (Diptera). Deutsch Ent. Zeit. 1933: 273-292.
- Gray, E. y R. Nobel. 1999. Large Scale laboratory rearing of black flies. In: Maintenance of human, Animal, and Plant Pathogen Vectors. K. Maramorosch y R. Mahmood (Eds). Oxford and IBH Publishing Co., India.
- Kettle, D. S. 1990. Medical and Veterinary Entomology. CAB International, UK.

- Kollar, V. 1892. Die Vierzuglich lanige Insecten Brasiliens, pp. 101-119. In: Pohl, I. E. (Ed.), Reise im Innern von Brasilien. Viena.
- Lutz, A. 1909. Contribução para o conhecimento das especies brasileiras do género «*Simulium*». Mem. Inst. Oswaldo Cruz 1(2): 124-146.
- Lutz, A. 1910. Segunda contribuição para o conhecimento das especies brasileiras do género «*Simulium*». Mem. Inst. Oswaldo Cruz 2 (2): 213-267.
- Lutz, A. 1917. Terceira contribuição para o conhecimento das especies brasileiras do género «*Simulium*». O pídm do norte (*Simulium amazonicum*). Mem. Inst. Oswaldo Cruz 9 (1): 63-67.
- Macquart, J. 1838. Dipteres exotiques nouveaux ou peu connus. Par. I. Mémoires de la Société Royal des Sciences de l'Agriculture et des Arts. Lille 1838 (2): 9-225, 25 pls. (también publicado separadamente como Vol. 1, part. 1, pp. 5-22, 25 figs., Paris 1838).
- Maia-Herzog, M., A. J. Shelley, A. P. A. de Luna Dias y R. Malaguti. 1984. Comparação entre *Simulium brachycladum* e *S. rubrithorax*, suas posições no subgenero *Hemicnetha* e notas sobre uma especie próxima *S. scutitriatum* (Diptera: Simuliidae). Mem. Inst. Oswaldo Cruz 79(3): 341-356.
- Ovemyer, J., E. Gray y R. Nobel. 2000. Utilization of Black Fly larvae in biomonitoring and aquatic toxicity testing: current work and future endeavors. Black Flies in the New Millennium. Brock University.
- Paterson G. y R. Shannon. 1927. Los simúlidos del noroeste argentino. Rev. Inst. Bact. Dep. Nac. Higiene 4 (7): 737-742.
- Peterson, B. V. 1981. Simuliidae, 355-391. In: F. McAlpine, B. V. Peterson, G. E. Shewell, H. J. Teskey, J. R. Vockeroth, & D. M. Wood (Coord.). Manual of Nearctic Diptera. Vol. I. Res. Branch, Agric. Canada, Monograph 674.
- Philippi, R. A. 1865. Aufzählung der chilenischen Dipteren. Ver. Zool. - Bot. Ges. Wien 15: 395-782.
- Py-Daniel, V. 1981. Algunas Considerações sobre Simuliidae (Diptera-Nematocera). II. Acta Amazonica 11(1): 171-181.
- Py-Daniel, V. 1983. Caracterização de Dos Novos Subgéneros en Simuliidae (Diptera-Culicomorpha) Neotropicales. Amazoniana 8(2): 159-223.
- Py-Daniel, V. 1987. Simuliidae (Diptera-Culicomorpha) no Brasil. V. Sobre o *Simulium* (*Chirotilbia*) *friedlanderi* sp.n. e revisao do *Simulium* (C.) *lanepartoi* Vargas, 1941. Rev. Saúde Pública 21(4): 331-341.
- Py-Daniel, V. 1989. Novas sinonimias e correções em *Simulium* com validação de *S. pruinatum* Lutz, 1904 (Culicomorpha, Simuliidae). Rev. Saúde Pública 23(3): 254-257.
- Shelley, A. J., A. P. A. de Luna Dias y M. Maia-Herzog. 1984. New specific synonymy in Neotropical *Simulium* S.L. (Diptera: Simuliidae). Mem. Inst. Oswaldo Cruz 79(2): 143-161.
- Wygodzinsky, P. 1949a. Contribuciones al conocimiento de los Simuliidae argentinos. I. Introducción. Redescrición de *Simulium lahillei* Paterson y Shannon 1927 (Diptera). An. Inst. Med. Reg., U.N.T. 2(3): 303-319.
- Wygodzinsky, P. 1949b. Contribuciones al conocimiento de los Simuliidae argentinos II. *Gigantodax harscolani* sp. n. de la provincia de Tucumán (Diptera). An. Inst. Med. Reg. U.N.T. 2(3): 325-333.
- Wygodzinsky, P. 1950. Contribuciones al conocimiento de los Simuliidae argentinos. III. *Simulium dinelli* (Joan, 1912) y *S. wolffhuegeli* (Enderlein, 1920). An. Inst. Med. Reg. U.N.T. 2(1): 75-97.
- Wygodzinsky, P. 1951a. Sobre *Gigantodax harscolani* Wygodzinsky, 1948 y *Gigantodax willmeri* sp. n. (Diptera, Simuliidae). An. Inst. Med. Reg. U.N.T. 3(2): 199-206.
- Wygodzinsky, P. 1951b. Sobre *Simulium jujuyense* Paterson y Shannon, 1927, *Simulium extiguum* Roubaud 1906 y *Simulium opalinifrons* (Enderlein, 1934) An. Inst. Med. Reg. U.N.T. 3(2): 207-220.
- Wygodzinsky, P. 1952. Los insectos de Juan Fernández, G. Simuliidae (Diptera). Rev. Chil. Entomol. 2: 81-85.
- Wygodzinsky, P. 1953a. Sobre algunos simúlidos argentinos (Diptera). An. Inst. Med. Reg. U.N.T. 3(3): 293-320.

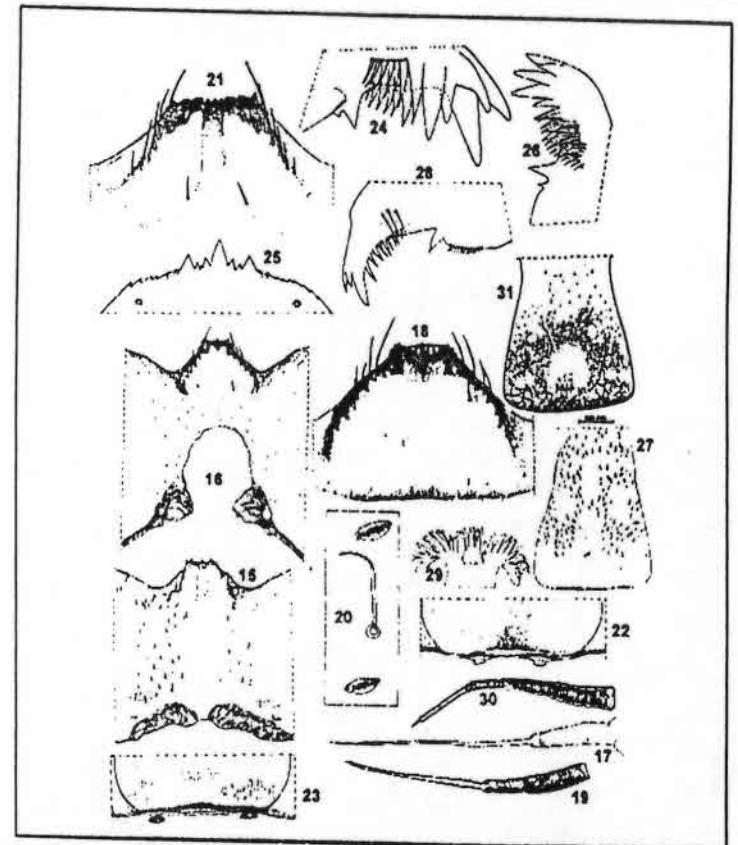
- Wygodzinsky, P. 1953b. Sobre algunos Simúlidos de los países andinos (Diptera). An. Inst. Med. Res. U.N.T. 3(3): 321-337.
- Wygodzinsky, P. 1958. Notas y descripciones de «Simuliidae» patagónicos y andinos (Diptera). Acta Zool. Lill. 16: 121-148.
- Wygodzinsky, P. 1961a. Sobre una nueva especie de *Simulium* de la Provincia de Buenos Aires (Simuliidae, Diptera). Acta Kravsi, Cuademo Inst. Nac. Microbiol., Buenos Aires 2: 30-36.
- Wygodzinsky, P. 1961b (1959a). Biología y distribución geográfica de los Simúlidos Argentinos. En: J. F. R. Bejarano, E. Del Ponte y R. N. Orfila (eds). Primeras Jornadas Entomopidemiológicas Argentinas 2: 459-468.
- Wygodzinsky, P. 1961c. (1959b). Diptera, Simuliidae. En: J. F. R. Bejarano, E. Del Ponte y R. N. Orfila (eds). Primeras Jornadas Entomopidemiológicas Argentinas 2: 563-564.
- Wygodzinsky, P. y S. Coscarón. 1962. On the relationships and zoogeographical significance of *Austrosimulium* (Bigot): a black fly from southern South America (Dipt., Simuliidae). Pacific Insects 44: 1-244.
- Wygodzinsky, P. y S. Coscarón. 1967. A review of *Simulium* (*Pternaspatha*) Enderlein (Simuliidae: Diptera). Bull. Am. Mus. Nat. Hist. 136(2): 42-116.
- Wygodzinsky, P. y S. Coscarón. 1970. A new species-group of the black fly genus *Simulium* from Western South America (Simuliidae-Diptera-Insecta). Amer. Mus. Novit. 2433: 1-20.
- Wygodzinsky, P. y S. Coscarón. 1973a. Notes on South American Black Flies of the Tribe Prosimuliini (Simuliinae, Simuliidae, Diptera). Amer. Mus. Novit. 2529: 1-9.
- Wygodzinsky, P. y S. Coscarón. 1973b. A review of the Mesoamerican and South American Black Flies of the tribe Prosimuliini (Simuliinae, Simuliidae). Bull. Am. Mus. Nat. Hist. 151(2): 133-199.
- Wygodzinsky, P. y S. Coscarón. 1979. Description of a black fly of the subgenus *Simulium* (*Pternaspatha*) from the high Andes of Ecuador (Simuliidae: Diptera). Amer. Mus. Novit. 2670: 1-9.
- Wygodzinsky, P. y S. Coscarón. 1989. A Revision of Black Fly Genus *Giganodax* Enderlein (Simuliidae, Diptera, Insecta). Bull. Am. Mus. Nat. Hist. 189: 1-269.



Figuras 1-5: Fig. 1, Hembra (Bas: célula basal; ca: calcaipia; ps: pliegue submediano; ab: sector basal del radio); Fig. 2, Cabeza macho (ma: macrofasetas; mi: microfasetas); Fig. 3, Cabeza hembra, vista frontal (fo: triángulo frontocentral; c: elipse; e: escape; fl: flagelo; la: labela; lr: labro; md: mandíbula; mx: maxila; o: ojo; p: pedicelo; pm: palpo maxilar); Fig. 4, Porción posterior cuerpo y genitalia de la hembra (c: cerpos; as: espermateca; go: gonopofisis; hg: horquilla genital; p: paraprocto; VIII: octavo esternito); Fig. 5, Esquema genitalia macho, vista dorsal (bs: basistito; dt: dististito; e: espolones apicales; em: esclerito mediano; g: ganchos; eo: órgano endoparameral; plv: placavental).



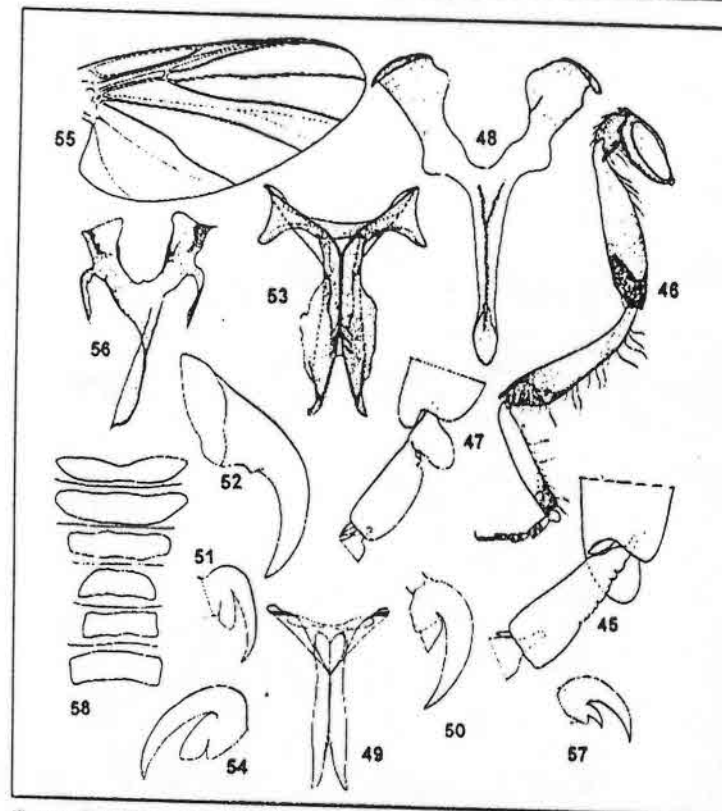
Figuras 6-14: Fig. 6, Huevo; Fig. 7, Larva, vista lateral (ap: anillo posterior; br: branquias rectales; ca: esclerito anal; hb: histoblasto branquial; pp: propata; pv: papila ventral); Fig. 8, Cabeza, vista dorsal (a: antena; ab: rayo del abanico cefálico; ac: apotoma cefálico; al: manchas Antero-laterales; am: mandíbulas antero-medianas; ec: escleritos cervicales; g: genas; le: línea de clivaje; m: mandíbula; mo: mancha ucular; p: palpo maxilar; pl: manchas póstero-laterales; pm: manchas póstero-medianas; po: postocelipucio); Fig. 9, Cabeza, vista ventral (ac: abanico cefálico; as: abanico secundario; h: hipostomio; lig: hendidura gular; lil: hipofaringe; ht: hueco tentorial; l: labro; m: mandíbula; mx: maxila; pm: palpo maxilar; ph: puente hipostomial; r: rayos; sh: surco hipostomial); Fig. 10, Bordo hipostomio; Fig. 11, Bordo hipostomio *S. (Trichodagmia)*; Fig. 12, Ápice mandíbula (da: diente del ápice; de: dientes externos; di: dientes internos; dp: dientes preapicales; sm: serrulaciones marginales); Fig. 13, Esclerito anal con escamas *S. (Notolepria)*; Fig. 14, Esclerito anal *Gigantodax*.



Figuras 15-31: Fig. 15, Cabeza, vista ventral, abertura gular ausente *Cnestimima*; Fig. 16, Abertura gular desarrollada *Lutzsimulium*; Fig. 17, Antena *Cnestimima*; Fig. 18, Hipostomio *Paraustrosimulium*; Fig. 19, Antena *Paraustrosimulium*; Fig. 20, Pelos lanceolados *S. (Thyrsopelma)*; Fig. 21, Hipostomio *S. (Thyrsopelma)*; Fig. 22, Escleritos cervicales *S. (Thyrsopelma)*; Fig. 23, Escleritos cervicales *S. (Trichodagmia)*; Fig. 24, Mandíbula *S. (Trichodagmia)* gr. *lahillei*; Fig. 25, Hipostomio *S. (Hemicnetha)* gr. *paynei*; Fig. 26, Mandíbula *S. (Hemicnetha)* gr. *paynei*; Fig. 27, Apotoma cefálico *S. (Cerqueirellum)*; Fig. 28, Mandíbula de *S. (Cerqueirellum)*; Fig. 29, Apotoma cefálico *S. (Cerqueirellum)*; Fig. 30, Antena *S. (Simulium)*; Fig. 31, Apotoma cefálico *S. (Ectemnaspis)* *romana*.



Figuras 32-44: Fig. 32. Pupa *S. (Inaequalium) gr. botulibranchium*; Fig. 33. Pupa *S. (Etemnaspis) gr. bicoloratum*; Fig. 34. Pupa *Parastrosimulium*; Fig. 35. Capullo festoneado protegiendo branquias *S. (Hemicnetha) gr. paynei*; Fig. 36. Capullo de tejido muy resistente, porción elevada *S. (Trichodagmia) gr. lahillei*; Fig. 37. *S. (Thyrsopelma) gr. scutistriatum*; Fig. 38. Branquia de *S. (Thyrsopelma) gr. scutistriatum*; Fig. 39. Filamentos branquiales rugosos y esclerotizados (detalle) *Thyrsopelma gr. hirtipupa*; Fig. 40. Quetotaxia abdominal *Araucnephia*; Fig. 41. Branquias (forma de cigarro) *Cnesiamima*; Fig. 42. Esclerito cervical *Araucnephia*; Fig. 43. Frontoclipeo *S. (Thyrsopelma) gr. hirtipupa*; Fig. 44. Frontoclipeo reforzado en base *S. (Hemicnetha) gr. paynei*.



Figuras 45-58: Fig. 45. Pedisulco ausente *Araucnephia*; Fig. 46. Pedisulco bien desarrollado *Simulium*; Fig. 47. Detalle pedisulco bien desarrollado *Simulium*; Fig. 48. Horquilla genital *Parastrosimulium*; Fig. 49. Furcasterno con conspicuas proyecciones *Cnestamina*; Fig. 50. Diente subbasal pequeño de uña *Araucnephia*; Fig. 51. Diente subbasal grande de uña *Cnestamina*; Fig. 52. Diente subbasal grande *Cnesta*; Fig. 53. Furcasterno *Lutzsimulium*; Fig. 54. Diente subbasal de uña fino, en forma de gancho *Araucnephia*; Fig. 55. Ala *Cnesta*; Fig. 56. Horquilla genital *Cnesta*; Fig. 57. Diente subbasal de uña fino, en forma de gancho *Araucnephia*; Fig. 58. Placas tergaes del abdomen *Araucnephia*.



## capítulo 10

# DIPTERA: Ephydriidae

M. LIZARRALDE DE GROSSO

### INTRODUCCIÓN

Ephydriidae es una familia cosmopolita de dípteros braquiceros de tamaño pequeño a mediano, generalmente oscuros. Hay descritas más de 1.800 especies agrupadas en 118 géneros (Mathis & Zatwarnicki, 1995). Son dípteros Muscomorpha, Schizophora, Acalyptrata. Pertenecen a la superfamilia Ephydroidea, grupo considerado como claramente monofilético (Hennig, 1958 y 1971; Griffiths, 1972; Mc Alpine, 1989 y Grimaldi 1990). Esta superfamilia incluye además, según Mc Alpine, 1989, a las Curtonotidae, Camillidae, Drosophilidae y Diastatidae, familia considerada por este autor como grupo hermano de las Ephydriidae. Grimaldi en 1990 incluye como miembros de la superfamilia, junto con la familia que tratamos, a la de las Curtonotidae, Drosophilidae, Campichoetidae, Diastatidae, Camillidae y Risiidae, esta última, según este autor, grupo hermano de las Ephydriidae.

Mc Alpine en 1989 indica para Ephydriidae las siguientes apomorfías: 1) Cavidad subcraneal agrandada. 2) Cerdas postocelares ausentes. 3) Espiráculos abdominales 2-5 situados en los tergitos. 4) Espermateca esclerotizada ausente. 5) Receptáculo ventral fuertemente esclerotizado.

---

Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos

H. R. FERNÁNDEZ y E. DOMÍNGUEZ (Editores)

Serie: Investigaciones de la UNT. Subserie: Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Tucumán



Es probable que el hábito micrófago de larvas y adultos, especialmente su tendencia a alimentarse primariamente de algas celulares autótrofas (en oposición con los drosófilidos que tienden a alimentarse de células heterótrofas de hongos), pueda ser considerado también como un carácter especializado en la familia (Mc Alpine, 1989).

La clasificación actual de la familia comprende cinco subfamilias y veinte tribus (Zatwarnicki, 1992). Es una de las familias más grandes de ciclorrafas y la única casi completamente acuática dentro de los Muscomorpha. Su endemismo es bajo, entre otros factores, por su alta capacidad de vuelo; este carácter está relacionado también con su poder de adaptación a ambientes altamente especializados, sobre todo en cuanto a temperatura y salinidad. Hay casos de especies o géneros braquiópteros, generalmente fauna insular cuyos representantes característicos de la región son *Scatella* (*Synhoplos*) *neglectus*, *S. (S.) sturdeeana* y *Scatella* (*Neoscatella*) *curtipennis*, especies endémicas que habitan Tierra del Fuego, Isla de los Estados y Malvinas. En la Región Neotropical hay 57 géneros (50% del total mundial) y casi 400 especies (más de 20% del total mundial).

#### Diagnosis

**Adultos** (Fig. 1) miden entre 1 y 11 mm de longitud, oscuros, castaños o grisáceos, generalmente cubiertos con tomento que les da aspecto opaco. Antenas con la arista pubescente o pectinada. Alas traslúcidas u oscurecidas, a veces con manchas; nervadura costal con dos interrupciones, la subcosta no alcanza la costa. Anepisterno con setas.

**Huevos** (Fig. 17-19) de entre 0,12 y 1,20 mm de largo, muy pequeños, reticulados, estriados, y alargados con costillas longitudinales o microgranulosos; son depositados en forma individual (*Lemnaphila*) o en masas (*Parydra*).

**Larvas** (Figs. 25 y 26) típicas de los acaliptrados, con tres estadios, con los órganos respiratorios posteriores bifurcados, sus órganos respiratorios anteriores pueden estar presentes o ausentes. Los caracteres más importantes para la identificación a nivel genérico son: el aparato cefalofaríngeo, los órganos respiratorios anteriores y posteriores, sus formas, y la distribución de setas en el cuerpo, así como la presencia o ausencia de falsas patas.

**Puparios** (Fig. 27 y 28) más anchas y esclerotizadas que las larvas correspondientes, los órganos respiratorios anteriores pueden permanecer sin modificaciones respecto a los de las larvas o bien desarrollarse marcadamente como en el caso del género *Brachydeutera* (Fig. 28); otro carácter de las pupas usado en sistemática por algunos autores es la placa anal.

Las primeras descripciones de especies que pertenecen en la actualidad a esta familia datan del siglo XVIII. Fallén, en el siglo XIX propuso la primera agrupación para algunos de los géneros que ahora pertenecen a Ephydriidae. En el siglo XX Ezra Cresson Jr. impulsó los estudios taxonómicos de la fauna sudamericana, creando gran número de géneros y especies hasta 1947 (fue el autor, entre otros trabajos, del capítulo de Ephydriidae de Diptera of Patagonia & South Chile 1931). Posteriormente hicieron aportes los distintos autores detallados en la bibliografía que acompaña a este capítulo: Wirth (1958, 1966, 1968 a y b), Clausen (1977), Lizarralde de Grosso (1977-1998) y sobre todo Mathis (1977-2000). La mayoría de los tipos y colecciones más representativas de la fauna sudamericana de Ephydriidae están depositados en el U.S. National Museum of Washington, Academy of Natural Sciences of Philadelphia, el Museu de Zoologia de São Paulo y la Fundación-Instituto Miguel Lillo en Tucumán.

#### MODOS DE VIDA Y MÉTODOS DE COLECTA

Los estados preimaginales están generalmente en relación directa con el medio acuático, la mayoría de las veces en aguas tranquilas, a veces turbias, mientras que los adultos viven muy cerca de estos lugares, llegando en algunos casos a sumergirse para oviponer o alimentarse. Habitan gran variedad de ambientes marinos y de aguas continentales; algunas especies se pueden encontrar en ambos. Estos dípteros se caracterizan por tener representantes en prácticamente todos los ambientes idiótrofos posibles. Hay varias especies que se desarrollan en aguas termales, con registros de hasta 55°C en Estados Unidos de América y de 63°C en Italia (Canzoneri y Meneghini, 1983) para el género *Ephydra*; estos ambientes pueden ser alcalinos o ácidos desde pH 2 a 9, con salinidad de hasta 32‰ (Deonier, 1972), estos casos ocurren en aguas con cloruro de sodio, carbonatadas, sulfurosas, en orina, heces, cadáveres y prácticamente todo ambiente húmedo posible. *Helaeomyia petrolei*, un caso bien conocido, vive en pozos formados por residuos de petróleo abandonados, en Cuba y en las zonas petroleras de América del Norte (Thorpe, 1930). *Teichomyza fusca*, una especie muy gregaria, se desarrolla en orina y pozos sépticos, y sus larvas forman grupos tan grandes que pueden llegar a bloquear sus desagües. Se sabe además que larvas de este género pueden llegar a sobrevivir varios días en el estómago de animales y del hombre (es una especie de origen europeo citada en América del Sur solo para Perú y Chile). Como se puede apreciar, de acuerdo a la gran variedad de ambientes donde viven, pueden también tener una gran variedad de tipos alimentarios, fitófagos, saprófagos, parasitoides, predadores, etc. En este tipo de condiciones ambientales puede encontrarse una densidad poblacional extraordinaria. Hay pueblos indígenas en México y otras partes del mundo que utilizan estas grandes cantidades de pupas y/o huevos para su alimentación.

La mayoría de los efíridos, especialmente los adultos pero también las larvas son microófagos (Wirth *et al.*, 1987) se alimentan especialmente de algas, o son minadoras de hojas o raíces (*Notiphila*, *Lemnaphila*, *Hydrellia*); en América del Sur solo se han hecho estudios sobre estados preimaginales de dos de ellos: *Dimecoenia* (Oliveira, 1958) y *Lemnaphila*, que hasta ahora ha sido solo citada tanto en América del Norte como en Argentina, alimentándose de plantas de la familia Lemnaceae (Lizarralde de Grosso, 1978 y Mathis & Edniston, 2000). Aun en las larvas normalmente fitófagas se han podido encontrar, bajo ciertas condiciones, tendencias a la saprofagia y al canibalismo. Se conoce un solo género, *Ochthera*, de hábitos depredadores, donde tanto larvas como adultos se alimentan de otros insectos, preferentemente dípteros quironómidos, clorópodos, psicódidos, etc. (Simpson, 1975; Clausen, 1977). Hay citas de larvas de efíridos del género *Trimerina*, que no está presente en la Región Neotropical, parásitas de huevos de arañas. Otros son predadores de huevos de anuros (Bockermann, 1975; Lacey, 1979 y Villa, 1980) como es el caso de *Gastrops* o de *Discomyza*, que ha sido citada alimentándose de moluscos muertos (Disney, 1970). Norrbom en 1983 describe estados preimaginales de *Hecaneta albicans* extraídos de branquias de *Limulus polyphemus* muertos.

La mayor presión depredadora sobre efíridos especialmente en sus estados preimaginales la ejercen las aves. Por otra parte las larvas de dípteros en ciertos ambientes acuáticos son uno de los primeros eslabones en la cadena trófica (se alimentan de ellas coleópteros, himenópteros, ninfas de odonatos y otros artrópodos), aunque algunos autores creen que la predación específicamente sobre efíridos por parte de insectos entomófagos es muy baja.

A pesar de lo interesante de la biología de este grupo se conocen los estados preimaginales de muy pocos de sus géneros; de los citados en América del Sur, solo se han estudiado, en algunas de sus especies, la biología de alrededor de la cuarta parte de ellos.

La recopilación más completa sobre ecología de Ephydridae es la de Deonier (1979) quien reconoce 46 tipos de ambientes entre continentales y marinos en que habitan las Ephydridae.

En la Argentina los estudios ecológicos que involucran efíridos corresponden a trabajos hechos desde la década de 1960, en el Instituto de Limnología R. Ringuelet de La Plata, (ILPLA), Ronderos y Bulla (1969, 1971 y 1973), Ronderos *et al.* (1967, 1968); Schnack, (1971 y 1973) y Schnack y Domizi, (1978), sobre todo en el complejo pleustónico, donde se destaca en algunos casos la biomasa de larvas de *Scatella* (una de las mas elevadas después de *Hyalella curvispina*) (Ronderos *et al.* 1968). En el bentos de cursos de agua con poca corriente y elevada turbidez y contaminación de la Provincia de Buenos Aires, se citan larvas de *Hydrellia*, *Brachydeutera* y *Scatella* (Fernández y Schnack, 1977), Poi de Neiff (1979), Poi de Neiff y Neiff (1977) y Poi de Neiff *et al.* (1977), encuentran efíridos entre camalotes de *Eichhornia* en el nordeste argentino, y en *Azolla*. Hay también larvas de *Hydrellia* y *Brachydeutera* en la mesofauna asociada a

*Paspalum repens* (Gramineae) y *Salvinia herzogii* (Salviniaceae). Las especies de *Lemnaphila* se encuentran siempre asociadas a Lemnaceae de los géneros *Spirodela* y *Lemna*, en cuyas hojas depositan sus huevos, se alimentan las larvas y empupan (Lizarralde de Grosso, 1978). *Glenanthe* parece ser un género eminentemente halófilo (tanto de ambientes continentales como marinos).

La captura de los adultos se puede hacer con una red común para cazar mariposas, de embocadura de por lo menos 30 o 40 cm de diámetro, malla fina y mango largo. Luego se ponen en frascos matadores o se colectan con frascos aspiradores con un algodón con éter etílico. Posteriormente se los ubica en camas de algodón o en tubos de ensayo tapándolos con un algodón. Se los puede conservar en alcohol, pero de esta manera se dificulta la determinación y se rompe el material. Lo mejor es montarlos en minucias o pegarlos en pequeños triángulos de cartón por la zona pleural, todo bajo lupa. En el caso de los estados preimaginales depende del ambiente y del método de muestreo usado. Para poder identificarlos lo ideal es tener la muestra fresca con material vivo para extraerlo y colocarlo en agua caliente casi a punto de ebullición para que las larvas mueran distendidas y luego pasarlas por la serie de alcoholes, montarlas en algún medio de inclusión conocido, natural o sintético y ponerlos un tiempo en estufa. Por supuesto que si se las quiere criar se las debe mantener vivas tratando de recrear las condiciones ambientales. Para una mayor información sobre estos temas se sugiere consultar Canzoneri y Meneghini (1983) y Deonier (1979).

## CLAVES

Para la determinación de los estados preimaginales de los géneros de la familia, se pueden consultar todos los libros sobre invertebrados de agua dulce, o trabajos más especializados en dípteros o efíridos: Wirth (1958, 1965, 1968), Wirth *et al.* 1987 (neárticos), Hennig (1943 y 1952), Deonier (1964) y Lizarralde de Grosso (1980 y 1989). Para adultos los trabajos de Cresson (1931, 1942, 1943, 1946, 1947 y 1949) son esenciales para la determinación de tribus, géneros y especies de cada subfamilia. Hay claves modernas para tribus y géneros en la mayoría de los trabajos de Mathis (1978, 80, 85, 91, 95), Mathis & Shewell (1978), Lizarralde de Grosso (1977, 1978, 1980, 1981, 1982, 1984, 1989, 1998 a y b) y Hollmann-Schirmacher (1998).

## Clave de larvas de géneros sudamericanos

- 1a- Espiráculos anteriores ausentes. Procesos espiraculares posteriores terminados en una espina; cada uno con tres aberturas (Fig.26) ..... 2
- 1b- Espiráculos anteriores presentes. Procesos espiraculares posteriores sin espinas; cada uno con tres o más aberturas (Fig.20) ..... 4

2a-	Mandíbulas generalmente fusionadas. Esclerito faríngeo fusionado con el esclerito hipostomal y el puente anterodorsal en un solo esclerito (Fig.22) .....	3
2b-	Mandíbulas libres. Esclerito faríngeo no fusionado con los demás escleritos (Fig.21) .....	<i>Notiphila</i>
3a-	Antenas trisegmentadas .....	<i>Hydrellia</i>
3b-	Antenas bisegmentadas .....	<i>Lemnaphila</i>
4a-	Procesos espiraculares anteriores naciendo en invaginaciones en forma de bolsillos. Espiráculos posteriores con tres aberturas .....	<i>Brachydeutera</i>
4b-	Espiráculos anteriores no ubicados en bolsillos. Procesos espiraculares posteriores con 3 o más aberturas .....	5
5a-	Ocho pares de falsas patas abdominales, que llevan fuertes ganchos, el par del octavo segmento abdominal muy desarrollado (Fig.25) .....	especies neotropicales de <i>Dimecoenia</i>
5b-	Falsas patas ausentes o poco desarrolladas .....	6
6a-	Procesos espiraculares posteriores sésiles, sin tubos espiraculares proyectados .....	<i>Discocerina</i>
6b-	Procesos espiraculares posteriores situados en el extremo de tubos caudales .....	7
7a-	Extremo caudal largo, más de la mitad del largo del resto del cuerpo. Mandíbulas sin lóbulos .....	<i>Ochthera</i>
7b-	Extremo caudal corto, menos de la mitad del largo del resto del cuerpo. Mandíbulas con o sin lóbulos .....	8
8a-	Mandíbulas lobuladas .....	<i>Scatella</i>
8b-	Mandíbulas sin lóbulos .....	<i>Parydra</i> <i>Scatophila</i>

Clave de adultos de géneros sudamericanos

1a-	Área facial mediana con setas (Fig.5) .....	33
1b-	Área facial mediana desnuda (Figs.2, 3,4 y 6) .....	2
2a-	Cerdas frontoorbitales lateroclinadas curvándose sobre los ojos (Fig.2) .....	4
2b-	Cerdas frontoorbitales reclinadas o proclinadas (Fig.3, 4 y 6) .....	3
3a-	Mesonoto sin serie discal de cerdas gruesas .....	10
3b-	Mesonoto con serie discal de cerdas gruesas .....	25
4a-	Abertura bucal grande, cóncavo como una barra transversal .....	5
4b-	Abertura bucal normal, cóncavo en forma de lengua .....	6
5a-	Nervadura costal alcanzando la $R_{4+5}$ . Arista antenal con radios evidentes .....	<i>Brachydeutera</i>
5b-	Nervadura costal alcanzando la $M_{1+2}$ . Arista antenal sin radios .....	<i>Parydra</i>

6a-	Primer par de patas raptoras con el fémur muy agrandado y la tibia con una espina terminal gruesa (Fig.7) .....	<i>Ochthera</i>
6b-	Primer par de patas no raptoras .....	7
7a-	Arista antenal con radios largos .....	<i>Beckeriella</i>
7b-	Arista antenal sin radios evidentes .....	8
8a-	Abdomen, en vista dorsal, convexo, con el cuarto tergito desarrollado, más grande que el quinto .....	<i>Lytogaster</i>
8b-	Abdomen no como en el caso anterior .....	9
9a-	Solo las cerdas verticales internas presentes. Alas con la $R_{2+3}$ moderadamente larga, largo de la segunda sección de la nervadura costal aproximadamente dos veces el largo de la tercera sección (Fig.1) .....	<i>Pelinoidea</i>
9b-	Cerdas verticales externas e internas generalmente presentes. Alas con la nervadura $R_{2+3}$ corta, largo de la segunda sección de la nervadura costal menos de dos veces el largo de la tercera sección .....	<i>Hyadina</i>
10a-	Especies negras brillantes con setas muy reducidas. Genas desnudas. Setas faciales generalmente insertas en depresiones rugosas o punteadas .....	<i>Athyroglossa</i>
10b-	Especies opacas o brillantes, con setas generalmente bien desarrolladas. Genas generalmente setosas. Área facial generalmente no esculpida .....	11
11a-	Cerda notopleural posterior cerca o sobre la sutura notopleural, alineada con la cerda notopleural anterior .....	12
11b-	Cerda notopleural posterior desplazada hacia arriba de la sutura notopleural .....	13
12a-	Cerdas oclares insertas detrás del ocelo anterior, a veces entre los ocelos posteriores. Especies generalmente brillantes .....	20
12b-	Cerdas oclares insertas delante o a la misma altura del ocelo anterior. Especies generalmente opacas .....	18
13a-	Ojos en forma de pera invertida, arista antenal pubescente (Fig.3) .....	<i>Glenanthe</i>
13b-	Ojos normales. Arista pectinada .....	14
14a-	Región facial con un tubérculo mediano brillante, región mesofrontal con setas, escutelo con más de cuatro cerdas marginales .....	<i>Hecamede</i>
14b-	Región facial sin un tubérculo mediano brillante. Región mesofrontal sin setas. Escutelo con cuatro cerdas marginales .....	15
15a-	Cerdas frontoorbitales insertas por delante de las oclares. Cerdas oclares detrás de la línea del ocelo anterior .....	16
15b-	Cerdas frontoorbitales insertas aproximadamente a la altura de la línea de las oclares. Oclares delante de la línea del ocelo anterior .....	17
16a-	Región facial con una prominencia muy cercana al margen oral, sin setas medianas .....	<i>Atissa</i>

16b-	Región facial con una prominencia mas arriba del margen oral, con un par de setas medianas curvadas hacia arriba.....	<i>Psilomyia</i>
17a-	Proboscis delgada, geniculada, con la labela lanceolada.....	<i>Pseudohecamede</i>
17b-	Proboscis normal, con labela carnosa.....	<i>Allotrichoma</i>
18a-	Región facial con una serie secundaria de setas inclinadas dorsolateralmente, laterales a la serie primaria.....	<i>Polythrichophora</i>
18b-	Región facial sin serie secundaria de setas.....	19
19a-	Especies grises, cenicientas, opacas. Parafacies y genas anchas.....	<i>Hydrochasma</i>
19b-	Especies brillantes, negras. Parafacies y genas angostas.....	<i>Discocerina</i>
20a-	Antena alargada, escapo tan o más largo que ancho, pedicelo cónico, más ancho apicalmente, primer flagelómero alargado, subcilíndrico.....	<i>Ceropsilopa</i>
20b-	Antena normal.....	21
21a-	Cerdas frontoorbitales poco desarrolladas. Cerdas ocelares pequeñas insertas entre los ocelos posteriores. Halterios oscuros.....	<i>Cressonomyia</i>
21b-	Cerdas frontoorbitales bien desarrolladas. Cerdas ocelares delante de los ocelos posteriores. Halterios claros.....	22
22a-	Tres o más cerdas faciales muy juntas. Supraalares muy desarrolladas.....	<i>Rhysophora</i>
22b-	Una o dos cerdas faciales gruesas. Supraalares poco desarrolladas.....	23
23a-	Dos cerdas faciales gruesas. Región facial transversalmente globosa.....	<i>Mimapsilopa</i>
23b-	Una cerda facial gruesa. Región facial no globosa, a veces algo carenada longitudinalmente.....	24
24a-	Basitarsos anteriores negros, ensanchados. Centro de la región facial algo carenado, con finas estriaciones transversales, cerda facial, en vista lateral, inserta en el centro o en la mitad superior de la región facial.....	<i>Leptopsilopa</i>
24b-	Basitarsos anteriores no ensanchados. Centro de la región facial convexo y sin estriaciones. Cerda facial, en vista lateral, por debajo del centro de la región facial.....	<i>Psilopa</i>
25a-	Cerda notopleural posterior desplazada hacia arriba de la sutura notopleural.....	26
25b-	Cerda notopleural posterior en posición normal, muy cerca de la sutura notopleural.....	30
26a-	Alas uniformemente manchadas.....	27
26b-	Alas no uniformemente manchadas.....	28
27a-	Nervadura $R_{2+3}$ larga, subparalela a la nervadura costal.....	<i>Ilythea</i>
27b-	Nervadura $R_{2+3}$ corta (Fig. 12).....	<i>Zeros</i>

28a-	Región facial cóncava, ancha, con epistoma prominente. Arista antenal pectinada.....	<i>Lemnaphila</i>
28b-	Región facial no cóncava, angosta; si es prominente, el epistoma esta retraído. Arista antenal desnuda o pubescente.....	29
29a-	Arista desnuda. Cerdas dorsocentrales presuturales presentes.....	<i>Philygria</i>
29b-	Arista antenal con pelos largos o cortos. Cerdas dorsocentrales presuturales ausentes.....	<i>Nostima</i>
30a-	Cerdas ocelares raramente tan gruesas como las postocelares. Ojos pubescentes. Cerdas humerales y supraalares generalmente finas como pelos.....	<i>Hydrellia</i>
30b-	Cerdas ocelares más gruesas que las postocelares. Ojos desnudos. Cerdas humerales y supraalares gruesas.....	31
31a-	Tibia media sin extensores erectos. Especies generalmente negras, brillantes.....	<i>Typospilopa</i>
31b-	Tibia media con uno a cuatro extensores erectos (Fig. 10). Especies opacas.....	32
32a-	Nervadura costal alcanzando la nervadura $R_{4+5}$ .....	<i>Notiphila</i>
32b-	Nervadura costal alcanzando la $M_{1+2}$ (Fig. 13).....	<i>Paralimna</i>
33a-	Uñas largas y fuertes; pulvilos ausentes (Fig. 10).....	<i>Dimecoenia</i>
33b-	Uñas cortas y curvas; pulvilos bien desarrollados (Fig. 9).....	34
34a-	Cuatro a cinco pares de cerdas dorsocentrales (1:3, 2:3).....	<i>Noticoenia</i>
34b-	Uno a tres pares de cerdas dorsocentrales (1:2, 0:2, 0:1, 1:1).....	35
35a-	Un par de cerdas frontoorbitales lateroclinadas fuerte.....	<i>Scatophila</i>
35b-	Dos pares de cerdas frontoorbitales fuertes.....	36
36a-	Arista antenal corta, subigual al largo del primer flagelómero.....	<i>Austrocoenia</i>
36b-	Arista antenal mas larga, aproximadamente el doble del largo del primer flagelómero.....	37
37a-	Cerda supraalar aproximadamente el doble del largo de la cerda postalar.....	<i>Parascatella</i>
37b-	Cerda supraalar reducida a la mitad o menos del largo de la cerda postalar.....	38
38a-	Dos pares de cerdas dorsocentrales grandes, ninguna por delante de la sutura transversa (0:2).....	<i>Scatella</i>
38b-	Dos pares de cerdas dorsocentrales grandes, un par delante de la sutura transversa (1:1; 1:2).....	39
39a-	Alas reducidas (Fig. 15), subiguales en largo al basitarso posterior; pedicelo con una espina aproximadamente del largo de la arista antenal.....	Subgén. <i>Synhoplos</i>
39b-	Alas generalmente bien desarrolladas, si están reducidas son mucho más largas que el basitarso posterior; espina del pedicelo nunca más larga que la mitad del largo de la arista antenal.....	Subgén. <i>Neoscatella</i>



BIBLIOGRAFIA

- Bockemuhl, W. E. 1975. Frog egg parasitized by dipterous larva. *Herpetologica*. XIII:231-232.
- Canzoneti, J. y D. Meneghini. 1983. Ephydriidae-Canaceidae: 1-337. XX. En: B. Baccetti (Edit.). Fauna D'Italia. Calderini Bologna.
- Clausen, P. J. 1977. A revision of the Nearctic, Neotropical and Palearctic species of *Ochthera*, including one Ethiopian species, and one new species from India. *Trans. amer. ent. Soc. CIII*: 451-529.
- Clausen, P. J. 1980. Modifications to the genus *Ochthera* (Diptera-Ephydriidae) and additions to the Neotropical species. *Trans. amer. Soc. CXL*: 205-222.
- Clausen, P. J. 1985. A revision of the Neotropical species of the genus *Parydra* (Diptera-Ephydriidae). *Trans. amer. ent. Soc. CXI*: 361-384.
- Cresson, E. T. Jr. 1931. Diptera of Patagonia & South Chile (6). 2. Ephydriidae. *Br. Mus. nat. Hist. London*: 85-116.
- Cresson, E. T. Jr. 1942. Synopses of North American Ephydriidae (Diptera). I. The subfamily Psilopininae with descriptions of new species. *Trans. amer. ent. Soc. LXVIII*: 101-128.
- Cresson, E. T. Jr. 1943. The species of the Tribe Ilytheini (Diptera-Ephydriidae: Notiphilinae). *Trans. amer. ent. Soc. LXIX*: 1-16.
- Cresson, E. T. Jr. 1946. A systematic annotated arrangement of the genera and species of the Neotropical Ephydriidae. (Diptera). I. The subfamily Psilopininae. *Ibid.* LXXI: 129-163.
- Cresson, E. T. Jr. 1947. A systematic annotated arrangement of the genera and species of the Neotropical Ephydriidae. (Diptera). II. The subfamily Notiphilinae. *Ibid.* LXXIII: 35-61.
- Cresson, E. T. Jr. 1949. Revision of the North American Napaeinae. *Trans. amer. ent. Soc. LXXIV*: 225-260.
- Deonier, D. L. 1964. Keys of the shore flies of Iowa. *Iowa St. Jour. Sci.* XXXIX:103-126.
- Deonier, D. L. 1972. Observations of mating, oviposition and foot habits of certain shore flies. *Ohio J. Sci.* LXXII: 22-29.
- Deonier, D. L. 1979. First Symposium of the Systematic and Ecology of Ephydriidae. (Diptera) *North Amer. Bentholog. Soc. Oxford-Ohio*.
- Disney, R. H. L. 1970. A note on *Discomyza similis* Lamb (Diptera, Ephydriidae) and other flies reared from Dead snails in Cameroon. *Entom. Month. Mag.* 105 (1969): 250-251.
- Fernández, L. y J. A. Schneck. 1977. Estudio preliminar de la meiofauna bentónica en tramos poluidos de los arroyos Rodríguez y Camaval (Pcia. de Buenos Aires). *Ecosur IV*(8): 103-115.
- Griffith, G. C. 1972. The Phylogenetic Classification of Diptera Cyclorhapha. *Junk. II. N. The Hage*
- Grimaldi, D. A. 1990. A phylogenetic, revised classification of genera in the Drosophilidae (Diptera). *Bulletin of the Am. Museum of Natural History*, n°197, 139pp.
- Hendel, F. 1930. Die Ausbeute der deutschen Chaco-Expedition 1925-1926. Diptera. XIX. Ephydriidae. *Konowia*. 9:127-155.
- Hennig, W. 1943. Übersicht über die bisher bekannten Metamorphosestadien der Ephydriden, mit Neubeschreibungen nach dem Material der Deutschen Linnologischen Sundaexpedition (Diptera-Ephydriidae). *Arb. über Morph. Tax. Ent. X*: 105-138. *Illust*
- Hennig, W. 1952. Die larvenformen der dipteren. *Akademie-Verlag, Berlin* 3: 1-628.
- Hennig, W. 1958. Die Familien der Diptera Schizophora und ihre phylogenetischen Verwandtschaftsbeziehungen. *Beitr. Ent.* 8: 505-688.
- Hennig, W. 1971. Neue Untersuchungen über die Familien der Diptera Schizophora (Diptera: Cyclorhapha). *Stutt. Beitr. Naturk.* 226:1-76.
- Hennig, W. 1981. Insect Phylogeny. *John Wiley & Sons*.
- Hollmann-Schirmacher, V. 1998. Phylogeny of the subfamily Ilytheini (Diptera, Ephydriidae) with special reference to the genus *Philygria*. *Studia dipterologica-Supplement* 5: 1-144.
- Lacey, L. A. 1979. Predação em girinos por uma vespa e outras associações de insetos com ninhos de duas espécies de ras da Amazonia. *Act. Amaz.* IX(4):755-762.

- Lizaralde de Grosso, M. 1977. *Lemnaphila* Cresson, género nuevo para la Región Neotropical, con la descripción de dos especies nuevas. *Limnobiola* 1 (5):159-164.
- Lizaralde de Grosso, M. 1978. Nuevos aportes al conocimiento del género *Lemnaphila* Cresson. *Neotropica XXIV* (71): 13-20.
- Lizaralde de Grosso, M. 1980. Estados preimaginales de Ephydriidae en Argentina. Con claves de larvas. *Physis XXXIV* (96): 55-60.
- Lizaralde de Grosso, M. 1981. El género *Felinoides* en la República Argentina. (Diptera-Ephydriidae). *Neotropica XXVII* (77):93-95.
- Lizaralde de Grosso, M. 1982. Redescubrimiento del género *Helaeomyia* Cresson y reivindicación de *Mimapsilopa* Cresson. (Diptera-Ephydriidae). *Physis XL* (99): 121-128.
- Lizaralde de Grosso, M. 1984. Aportes al conocimiento del género *Gastrops* Williston. (Diptera-Ephydriidae). *Physis XLII* (103): 69-75.
- Lizaralde de Grosso, M. 1989. Ephydriidae de la República Argentina (Insecta-Diptera). *Serie Monog. y Did. Fac. Cs. Nat. e I.M.L. UNT.* (3). 93pp.
- Lizaralde de Grosso, M. 1998a. Revisión del género *Beckeriella* Williston (Diptera-Ephydriidae). *Act. Zool. LIII*, 44 (1): 41-56.
- Lizaralde de Grosso, M. 1998b. Ephydriidae: 365-373. En: *Biodiversidad de Artrópodos Argentinos*. J. J. Morrone y S. Coscarón (Edit.). Ediciones Sur. La Plata.
- Lizaralde de Grosso, M. y W. W. Wirth. 1977. Ephydriidae: 311-314. En: S.T. Hurlbert (Edit.). *Biota Acuática de Sudamérica Austral. Univ. San Diego USA*.
- Mathis, W. N. 1977. Key to the Neotropical genera of Parydrinae with a revision of the genus *Eleleides* Cresson (Diptera-Ephydriidae). *Proc. biol. Soc. Wash.* XC(3): 553-565.
- Mathis, W. N. 1978. A synopsis of neotropical *Eleleides* Cresson (Diptera-Ephydriidae). *Proc. ent. Soc. Wash.* LXXX(4): 465-472.
- Mathis, W. N. 1980. Studies of Ephydriinae (Diptera-Ephydriidae). III Revision of some neotropical genera and species. *Smith. Contr. Zool.* (303): 1-50.
- Mathis, W. N. 1985. Studies of Parydrinae (Diptera-Ephydriidae). II. A revision of the shore fly genus *Pellinoides* Cresson. *Smith. Contr. Zool.* (410):1-46.
- Mathis, W. N. 1991. Studies of Gymnomyzinae (Diptera-Ephydriidae). II. A revision of the shore flies subgenus *Pseudohecanete* Hendel of the genus *Allotrichoma* Becker. *Smith. Contr. Zool.* (522):1-28.
- Mathis, W. N. 1995. Studies of Gymnomyzinae (Diptera-Ephydriidae). VI. A revision of the genus *Glenanthe* Holiday from the New World. *Smith. Contr. Zool.* (567): 1-26.
- Mathis, W. N. & J. Edmiston. 2000. A revision of the shore-fly *Lemnaphila* Cresson (Diptera-Ephydriidae). *Proc. Entomol. Soc. Wash.* 102 (3): 652-677.
- Mathis, W. N. & G. Shewell. 1978. Studies of Ephydriinae (Diptera-Ephydriidae) I. Revision of *Parascutella* Cresson and the *triseti* group of *Scutella*. *Smith. Contr. Zool.* (285):1-44.
- Mathis, W. & W. W. Wirth. 1977. A new genus of Psilopininae flies (Diptera-Ephydriidae) with notes on its relationships. *Proc. ent. Soc. Wash.* LXXIX(1): 63-74.
- Mathis, W. N. & T. Zaitwamicki. 1995. World catalog of shore flies (Diptera-Ephydriidae). *Mem. Ent. Intern.* (4): 1-423.
- Mc Alpine, J. F. 1987. Manual of Nearctic Diptera. Vol.2. *Res. Branch Agric. Canada. Mon.* 28:637-1332.
- Mc Alpine, J. F. 1989. Manual of Nearctic Diptera. Vol. 3. *Research Branch Agric. Canada Monograph* 32:1333-1581.
- Nomboni, A. L. 1983. Four acalyptine diptera reared from dead horseshoe crabs. *Ent. News* 94 (4): 117-121.
- Oliveira, S. J. de. 1958. Contribuição para o conhecimento do género "*Dimecoenia*" Cresson 1916. IV. Descrição da larva e do pupário de *Dimecoenia grunmani* Oliveira 1954. *Rev. bras. biol.* 18:167-169.
- Poi de Neiff, A. 1979. Invertebrados acuáticos relacionados a *Egeria naia* (Planch) con especial referencia a los organismos fitófagos. *Ecosur* VI (2):101-109.
- Poi de Neiff, A. & J. J. Neiff. 1977. El pleuston de *Pistia stratiotes* de la laguna Barranqueras (Chaco.Argentina). *Ecosur IV* (7): 69-101.

- Poi de Neill, A., J. J. Neill & A. Bonetto. 1977. Enemigos naturales de *Eichornia crassipens* en el nordeste argentino y posibilidades de su aplicación en el control biológico. *Ecosur IV*(8): 137-156.
- Ronderos, R. A. & L. Bulla. 1969. Variación horizontal en la distribución de la meso-fauna de la laguna Las Perdices, Prov. de Bs.As. *Min. Agr. Bs.As. CFI*. 72.
- Ronderos, R., L. Bulla y L. Grosso. 1968. Estudio comparativo del pleuston de cuatro lagunas de la Provincia de Buenos Aires. *Rev. Mus. de La Plata. Zool. X*: 225-239.
- Ronderos, R., L. Bulla y J. Schnack. 1967. Variación estacional del pleuston y bafon de las lagunas Chascomus y Yalca. *An. Com. Cient. Bs.As. VIII*: 311-390.
- Schnack, J. A. 1971. El complejo pleustónico de las lagunas bonaerenses; ensayo de una problemática general de la mesofauna artrópoda. *Rev. Mus. La Plata (nueva serie). Zool. XI*: 233-263.
- Schnack, J. A. 1973. Variación temporal y estacional del mesopleuston de la laguna de Yalca (Pcia. de Bs.As.). *Physis XXXVII* (84) sec. B: 1-12.
- Schnack, J. A., E. Domínguez. 1978. Ecología de las comunidades y su estudio relativo a diversidad, estructura e información. Consideraciones generales y referencia a la mesofauna del pleuston. *Ecosur V*(10): 131-155.
- Simpson, K. W. 1975. Biology and immature stages of three species of Nearctic Ochliera (Diptera: Ephydriidae). *Proc. ent. Soc. Wash.* 77 (1): 129-155.
- Thorpe, W. H. 1930. The biology of the petroleum fly (*Psilopa petroleii*). *Trans. ent. Soc. Lond. LXXVIII*: 331-334.
- Villa, J. 1980. Frog flies from Central and S. America with notes on other organisms of the Amphibian egg microhabitat. *Brenesia* 17: 49-68.
- Wirth, W. W. 1958. A review of the genus *Gastrops* Williston, with descriptions of two new species (Diptera-Ephydriidae). *Proc. ent. Soc. Wash. LX*: 247-250.
- Wirth, W. W. 1964. A revision of the shore flies of the genus *Brachydeutera* Loew. *Ann. ent. Soc. amer. LVII* (3): 3-12.
- Wirth, W. W. 1968a. The genus *Typopsilopa* Cresson in the Western Hemisphere. *Proc. ent. Soc. Wash. LXX* (3): 225-237.
- Wirth, W. W. 1968b. Family Ephydriidae: 1-43. En: N. Papavero (Edit.). A catalogue of Diptera of the Americas South of the United States (77). *Dep. Zool. Sec. Agr. S. Paulo*.
- Wirth, W. W. & W. N. Mathis. 1979. A review of the Ephydriidae (Diptera) living in thermal spring: 21-45. En: D. L. Deonier (Edit.). *First Symp. on the Syst. and Ec. of Ephydriidae (Diptera)*.
- Wirth, W. W., W. N. Mathis & J. R. Vockerodt. 1987. Ephydriidae (98): 1027-1048. En: J.F. Mc Alpine (Edit) Manual of Nearctic Diptera. 2. Res. Branch Agric. Canad. Mon. (28).
- Zatwamicki, T. 1992. A new classification of Ephydriidae based on phylogenetic reconstruction. *Genus* 3(2): 65-119.

#### Abreviaturas

Ae: cerdas acrosticales, Ant: antenas, B: cerdas bucales, C: nervadura costal, DC: cerdas dorsocentrals, EA: espiráculos anteriores, EE: extensores erectos, EF: esclerito faríngeo, EII: esclerito hipostomal, EM: cerdas escutulares marginales, F: setas faciales, FO: cerdas frontoorbitales, G: cerdas genales, I: cerdas intralares, II: cerdas humerales, IIAL: halterios, MP: cerdas mesopleurales, NP: cerdas notopleurales, O: cerdas oclares, PA: cerdas postalaras, PE: cerdas preescutalaras, PO: cerdas postoclaras, PS: cerdas presuturales, PV: setas postverticales, SA: cerdas supraalaras, Sc: nervadura subcostal, SP: cerda esternopleural, VE: cerda vertical externa, VI: cerda vertical interna.

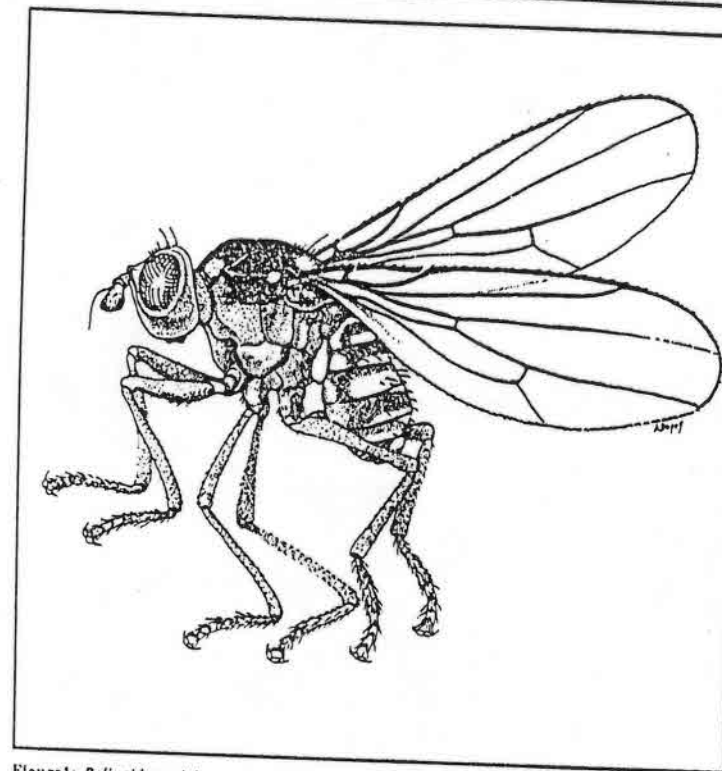
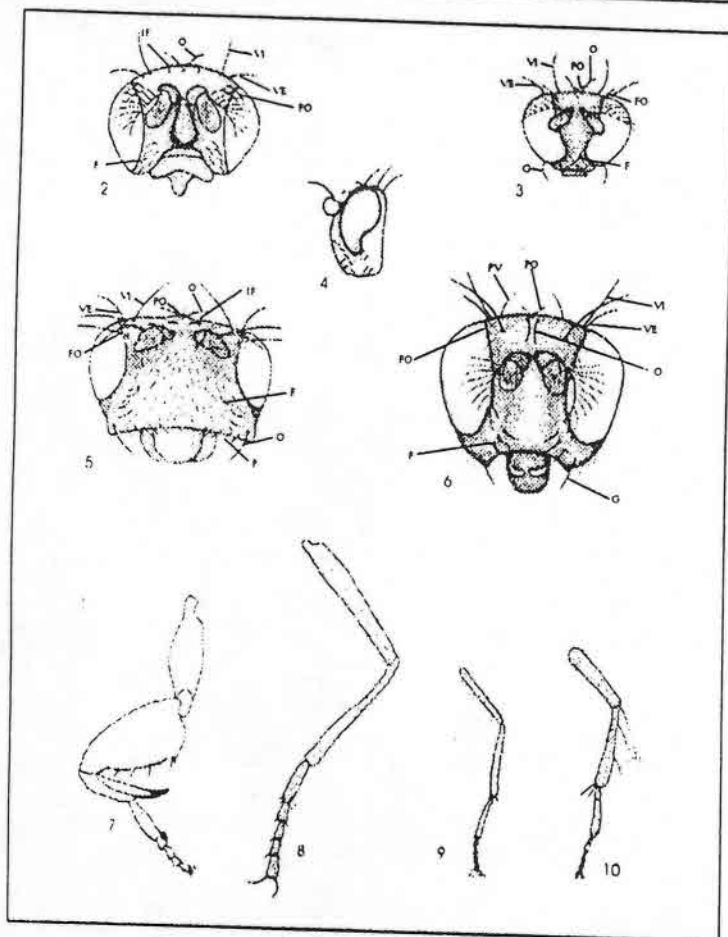
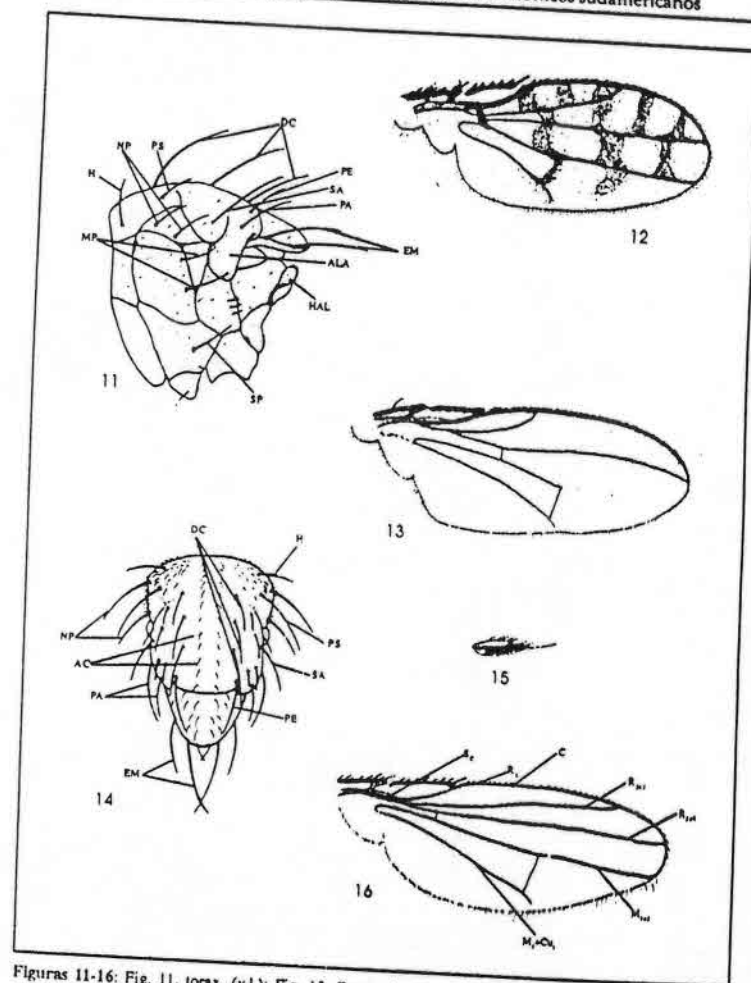


Figura 1: *Pellinoides*, adulto.

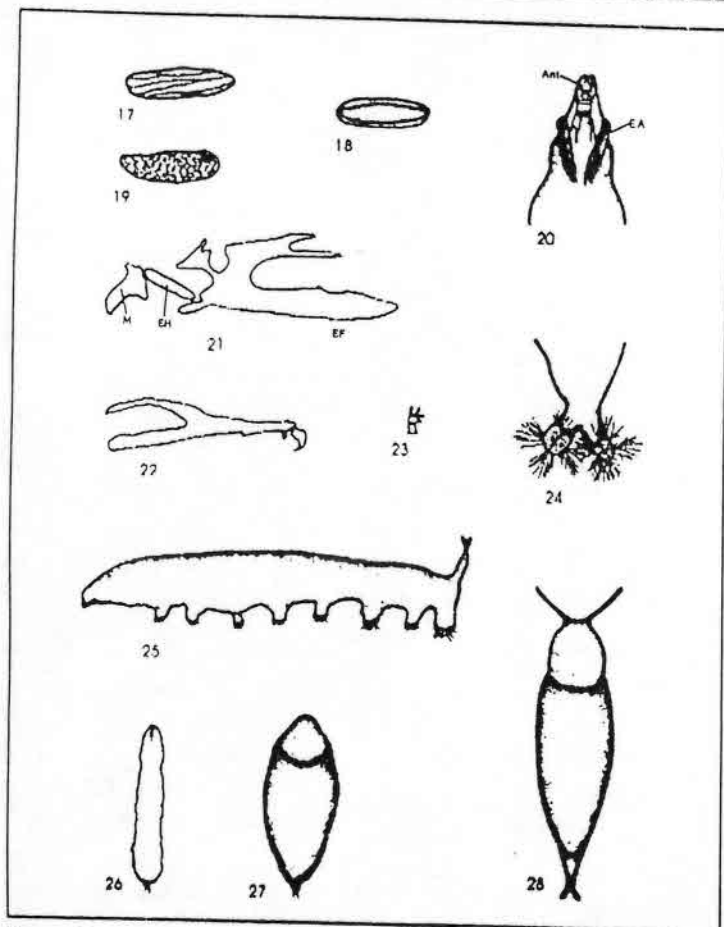




Figuras 2-10: Fig. 2, *Brachydeutera*, cabeza, vista anterior (v.a.); Fig. 3, *Mimapsilopa*, cabeza (v.a.); Fig. 4, *Glenanthe*, cabeza, vista lateral (v.l.); Fig. 5, *Dimecoenia*, cabeza, (v. a.); Fig. 6, *Notiphila*, cabeza, (v.a.); Fig. 7, *Ochthera*, pata anterior; Fig. 8, *Dimecoenia*, pata media; Fig. 9, *Scatella*, pata media; Fig. 10, *Notiphila*, pata media.



Figuras 11-16: Fig. 11, torax, (v.l.); Fig. 12, *Zeros*, ala; Fig. 13, *Paratinea*, ala; Fig. 14, torax, vista superior; Fig. 15, *Synhoplos*, ala; Fig. 16, *Brachydeutera*, ala.



Figuras 17-28. Fig. 17, *Hydrellia*, huevo; Fig. 18, *Lemnaphila*, huevo; Fig. 19, *Scatella*, huevo; Fig. 20, *Scatella*, parte posterior de la larva; Fig. 21, *Notiphila*, esqueleto cefalo-faríngeo de la larva; Fig. 22, *Hydrellia*, esqueleto cefalo-faríngeo de la larva; Fig. 23, *Scatella*, espiráculo anterior de la larva; Fig. 24, *Brachydeutera*, parte anterior de la larva; Fig. 25, *Dimecoenia*, larva. Fig. 26, *Hydrellia*, larva; Fig. 27, *Hydrellia*, pupa; Fig. 28, *Brachydeutera*, pupa.

## capítulo 11

# ACARI

B. ROSSO DE FERRADAS

H. R. FERNÁNDEZ

### INTRODUCCION

Los ácaros superarían actualmente las 40.000 especies (Walter & Proctor, 1999) número superior a la de cualquier otro grupo de Quelicerados. Se estima que existen entre 500.000 y 1.000.000 de especies, siendo considerados actualmente entre los grupos hiperdiversos. La mayoría de los ácaros son pequeños, menos de 1 mm de largo, pero el tamaño puede fluctuar entre las 300 micras y los 2 cm.

Los Acari están presentes en casi cualquier hábitat aprovechable para la vida animal y los ecosistemas acuáticos no escaparon a su plasticidad adaptativa, siendo dentro de los Arachnida los únicos morfológica y fisiológicamente estructurados para el medio acuático dulceacuícola.

La hidracarofauna de la Región Neotropical ha sido abordada en extensos estudios por europeos y más recientemente por un norteamericano y argentinos. La diversidad puesta en evidencia, dada la heterogeneidad ambiental y los innumerables limnótotos existentes, se incrementará notoriamente cuando se estudie con frecuencia sistemática, pues por el momento solo se han realizado aportes parciales a partir de campañas

Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos  
H. R. FERNÁNDEZ y E. DOMÍNGUEZ (Editores)

Serie: Investigaciones de la UNT. Subserie: Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de Tucumán

esporádicas de diferentes investigadores. En la actualidad se está trabajando, tanto en la biodiversidad de este conspicuo grupo, como en sus comunidades, planificándose la realización de estudios comparados entre las diferentes áreas, así como el estudio conjunto de otras no conocidas.

Los primeros estudios de este grupo datan de fines del siglo XIX y principios del XX, describiéndose y redescubriéndose 16 especies de ácaros acuáticos coleccionados ocasionalmente en Chile y la Argentina (Berlese, 1888; Ribaga, 1902 y 1903). Si bien las descripciones no son precisas, sí lo son las localidades y aun hoy, con la ayuda de estos datos, pueden ubicarse algunas de estas especies. Se suceden luego varios trabajos, nominando y describiendo las especies, muchas de las cuales han sido trasladadas actualmente a otros géneros. A diferencia de los trabajos mencionados anteriormente, en éstos no se precisan los lugares de colección, figurando como, por ejemplo, «lagunita de Argentina» o «laguna de San Luis» por citar algunos (Walter, 1926; Halik; 1944; Marshall, 1940). Particularmente importantes han sido los trabajos de Karl Viets y Lundblad que abarcan un período de veinte años (Lundblad, 1941, 1942, 1943a-b, 1944, 1953; Viets, 1954a-b, 1955). Con el trabajo de Besch (1964) sobre fauna reófila andina, comienzan los estudios más organizados; tratando varios géneros de distribución característica andina, particularmente del sur de Chile. En 1980, Cook publica un importante aporte para la biodiversidad de la fauna reófila neotropical, coleccionando alrededor de cincuenta nuevas especies, realizando posteriormente un extenso estudio sobre la fauna reófila del sur de Chile (Cook, 1988).

Es recién en las últimas décadas que comienzan los estudios de la hidracarofauna local por investigadores sudamericanos; entre los cuales citaremos a Mauri y Alzuet (1972) y Ferradás, (algunos de los trabajos más importantes por la representatividad de los grupos son: 1973; 1974; 1975; 1982; 1983; 1984; 1990; 1993; 1995; 1996; 1998), Ferradás y Bouger (1997) y Ferradás, y Mattoni (1999) que tienen su enfoque sobre las áreas parano-platense, pampásica y sierras pampeanas. En el Noroeste de Argentina y altiplanicies relacionadas se han realizado aportes para el conocimiento de los hidracáridos, tanto desde el punto de vista taxonómico como ecológico (Fernández, 1988a, 1988b, 1991, 1992, 1993, 1995, 1998) y Fernández y Ferradás (en prensa).

En Argentina se ha realizado anteriormente un capítulo sobre hidracáridos dirigida a limnólogos con un enfoque sistemático y con detalles sobre los métodos de estudio y colecta (Ferradás y Fernández, 1995).

Existe una obra fundamental para los hidracáridos de todo el mundo, que es el catálogo de especies elaborado por K. Viets (1956) y actualizado por K. O. Viets (1987).

## MODO DE VIDA

Los Parasitengona, y por lo tanto los Hydrachnidia, se caracterizan porque sus larvas difieren notablemente de los adultos y *stases* ninfales, tanto en sus morfologías como en sus habitats (Prasad & Cook, 1972, Evans, 1992). El ciclo de vida de los hidracáridos tiene siete fases de desarrollo: huevo, prelarva, larva, protoninfa, deutoninfa, tritoninfa y adulto, con variaciones en cada grupo de familias y aun de géneros, y son generalizadamente monocíclicos. Entre estas etapas, hay algunas quiescentes: prelarva, protoninfa y tritoninfa; siendo activas las larvas, deutoninfas y adultos. Se ha generalizado la esquematización de dos ciclos biológicos: de los ácaros acuáticos "inferiores", cuyas larvas son caminadoras, parasitan insectos de gran tamaño y no abandonan el medio acuático, y el de hidracáridos "superiores", con larvas que son activas nadadoras y parasitan insectos más pequeños y que abandonan el medio acuático, cumpliendo su ciclo parasitario al volver al agua cuando su hospedador regresa para proseguir con su ciclo reproductivo. Estas adaptaciones tan diversificadas, se habrían originado a nivel de la etapa larval y sus asociaciones parasíticas, resultando no solo en modificaciones morfológicas, sino también etológicas de ellas y sus hospedadores. La producción de huevos es variada en su número -puede oscilar entre uno o dos a varios miles-, características físicas, sitios de postura -diferiendo de acuerdo al hábitat de las especies- etc.; el período larval tiene modalidades y porcentajes de infestación adaptados para la mejor explotación de hospedadores, entre los que se encuentran hemípteros, dípteros, odonatos y coleópteros (Smith & Oliver, 1986). Este período es muy importante, no sólo para los hidracáridos, pues en él se realiza la dispersión de las especies combinados con procesos de forésis, sino que además, los parásitos ejercerían una relación negativa sobre los hospedadores (Lanciani, 1979; Lanciani & Boyett, 1980; Ferradás *et al.*, 1987; Smith B. & Cook, 1991; Ferradás, 1996; Davids, 1991). Después de un período de reposo, protoninfal, las deutoninfas, depredadoras como los adultos, se alimentan sobre microcrustáceos (cladóceros, copépodos y ostrácos) y diferentes taxa de insectos; otras especies predan sobre las formas inmaduras, incluyendo huevos, de los mismos grupos de insectos que parasitan en su etapa larval. En relación a esto es destacable la importancia del grupo como controladores de grupos de crustáceos planctónicos y comunidades bentónicas (Balseiro, 1992; Matveev *et al.*, 1992) por citar trabajos realizados en habitats sudamericanos.

Las especies del género *Unionicola* (Unionicolidae) se relacionan con moluscos o celenterados, sobre los que no ejercerían una acción como parásitos, sino como simbiontes; además el uso del refugio para el desarrollo de los diferentes fases y actividades biológicas, conservando, muchas de ellas, su fase parasitaria larval sobre dípteros (Proctor, 1989; Vidrine, 1989; Downes, 1991). El tiempo de duración de cada etapa del ciclo biológico es muy variado; algunas especies, particularmente las que parasitan grandes insectos, pasarían las épocas más críticas en su fase parasitaria, que duraría

varios meses. Otras especies, generalmente reófilas y estenotérmicas, lo hacen las hembras ovíparas con un bajo número de huevos de gran tamaño (Ferradás, ob. personal); el período de vida de los hidracáridos, es por lo tanto muy variado, entre tres meses (para algunos machos) y dos años; parecería que los de hábitats más fríos son más longevos (Bader, 1980).

### IMPORTANCIA DEL GRUPO

Los hidracáridos (Hydrachnidia) forman un grupo ecológico que reúne diversos linajes, mencionándose en la literatura también como hidracielas o hidracnidos y pertenecen al Superorden Actinotrichida, Orden Prostigmata y dentro de éstos se agrupan en el Suborden Parasitengona, de acuerdo a los criterios propuestos por Evans (1992). Otros integrantes de Prostigmata (Trombididae y Halacaridae) y algunos de Mesostigmata, Cryptostigmata y Astigmata tienen también representantes acuáticos o semiacuáticos, pero no son considerados verdaderos hidracáridos.

La clasificación cladística más reciente de los ácaros (Norton *et al.*, 1993) produjo un reordenamiento general que agrupa a Parasitengona con su grupo hermano (Anystidae) en los Anystina si bien, en este último reordenamiento, no hay una asignación de categorías a las que pertenecerían estos taxones.

A pesar de su reconocida importancia en los ecosistemas acuáticos, los hidracáridos son un grupo poco estudiado biológica y ecológicamente, debido fundamentalmente a las dificultades en la determinación taxonómica (Cook, 1974; Proctor & Pritchard, 1989; Mwangi *et al.*, 1995). Existe un desconocimiento básico sobre la faunística y riqueza de esta taxocenosis en amplias zonas del mundo (Schwörbel, 1986) habiéndose descripto hasta el momento unas 6.900 especies de acuerdo a los mencionados catálogos, pero existen extensos trabajos sobre faunística de Estados Unidos y Europa, como los realizados por ejemplo por Smith I. & Cook (1991) y Gerecke (1996).

### CLAVE

En las últimas dos centurias, la taxonomía de los hidracáridos ha sufrido diversos cambios y conjuntamente con el avance de los estudios, ya en 1900, Thor, esquematiza un ordenamiento en catorce familias, que posteriormente Viets (1956) lleva a treinta y tres. Es finalmente el esquema propuesto por Cook (1974) en su obra de revisión de géneros y subgéneros de Hydrachnidia, el que actualmente es usado en los estudios de este taxon. Este reconoce, cuatro líneas evolutivas principales: Hydrovolzoidae, Eylaoidea, Hydrachnoidea e Hygrobatoidae; sin embargo, con fines prácticos se propone una clasificación con 7 superfamilias: Hydrovolzoidae, Hydrachnoidea, Eylaoidea,

Hydryphantoidae, Lebertioidae, Hygrobatoidae y Arrenuroidea. De ésta se excluyó a los Hydrovolzoidae que pasaron a formar parte del grupo de ácaros marinos Halacaroidae (Schwörbel, 1986); las seis superfamilias contienen 45 familias y 330 géneros.

Actualmente se dispone de una clave para determinar familias de hidracáridos (Ferradás y Fernández, 1995). Dada la demora producida entre su finalización y su publicación, necesita ser actualizada a partir de los diversos trabajos publicados, entre los cuales se destaca Cook (1988) y los nuevos aportes realizados por los autores de la presente. Dada la enorme riqueza de especies y taxones superiores de Hydrachnidia, se hace énfasis aquí en los grupos de interés para los bentólogos.

Los esquemas han sido tomados de diferentes trabajos de los autores y publicaciones de Cook y Lundblad.

### CLAVE PARA DETERMINAR FAMILIAS DE HYDRACHNIDIA

Solo se esquematizan los géneros bentónicos más importantes por familia:

- 1a- Palpos quelados (Fig. 1); P-I comparativamente largo y P-IV más corto que P-III; quelísceros soldados en un segmento ubicado en un largo rostro; campo genital aproximadamente cordiforme (Figs. 2 y 3); la mayoría de los *acetabula* en posición anterior al gonoporo ..... **Hydrachnidae**
- 1b- Palpos quelados o no; P-IV más largo que P-III y P-I más pequeño que P-II; quelísceros de dos segmentos; campo genital no de la forma antes citada ..... 2
- 2a- Abertura bucal rodeada por un gran círculo, faringe membranosa (Fig. 6); ojos, si están presentes, laterales e incorporados a un esclerito medio; palpos no quelados ..... 3
- 2b- Abertura bucal con una pequeña faringe membranosa o sin ella; ojos, si están presentes, laterales, no incorporados a un esclerito medio (Fig. 16); palpos quelados o no ..... 4
- 3a- Placa ocular tan o más ancha que larga (Fig. 4); III-Cx y IV-Cx unidas en un pequeño tramo (Fig. 5); palpos con 5 segmentos (Fig. 7) ..... **Eylaoidea**
- 3b- Placa ocular más larga que ancha (Fig. 8); III-Cx y IV-Cx ampliamente unidas en sus lados medios (Fig. 9); palpos con 3 ó 4 segmentos (Fig. 10) ..... **Hydrachnoidea**
- 4a- Palpos quelados (Fig. 11); porción dorso-distal del P-IV extendida más allá de la inserción de P-V; ojos laterales muy distanciados y con lentes; el par de valvas genitales con muchos *acetabula* (Fig. 12) ..... **Hydrovolzoidae**

- 4b- Palpos no quelados, o si lo son, la porción dorso-distal de P-IV extendida sólo moderadamente más allá de la inserción de P-V; ojos y valvas genitales variados ..... 5
- 5a- Palpos ligeramente quelados o con una gruesa seta en el borde distal de P-IV (Fig. 13); cuerpo blando o con escleritos; algunos géneros de cuerpo marcadamente alargado (Fig. 14); con muchos *acetabula* genitales con largos pedúnculos (Fig. 15) o sentados ..... *Hydryphantidae*, 6 géneros ..... 6
- 5b- Palpos no quelados; cuerpo no marcadamente alargado; *acetabula* no pedunculados ..... 7
- 6a- *Acetabula* genitales ubicados muy próximos en 2 hileras medias (raramente los posteriores pueden estar ubicados más lateralmente); los *acetabula* cubiertos por valvas genitales móviles, ocasionalmente muestran variados grados de reducción ..... 7
- 6b- Campo genital no como el anterior; si hay valvas genitales móviles, algunos o todos los *acetabula* ubicados en ellas ..... 10
- 7a- Escudos dorsal y ventral presentes; con gran placa dorsal y 2 ó 4 más pequeñas ubicadas anteriormente, o varias en derredor; si sólo hay una placa quedan las marcas de fusión; escudo ventral con una línea de sutura en Y extendida desde el campo genital hasta el extremo de I-Cx (Fig. 17) ..... *Torrenticolidae* (Fig. 18a y b), 2 géneros ..... 8
- 7b- Sin esta combinación de caracteres ..... 8
- 8a- Todas las patas insertas anteriormente y hacia adelante; la inserción del IV-pt no visible por ventral y sin garras; cuerpo comprimido lateralmente y las coxas cubren los laterales del cuerpo avanzando hasta el dorso (Fig. 19) y dejando una banda dorsal central descubierta de ancho variable ..... *Oxidae* (Figs. 20 y 21), 3 géneros ..... 9
- 8b- Sin esta combinación de caracteres ..... 9
- 9a- IV-pt con garras bien desarrolladas; ojos laterales encapsulados; sin escudo dorsal pero con un número variable de escleritos (Fig. 22b); 3 pares de *acetabula* usualmente a los lados del gonoporo (Fig. 22a) ..... *Sperchonidae* (Fig. 23-26), 4 géneros ..... 10
- 9b- IV-pt sin garras (Fig. 27); ojos laterales no encapsulados; escudo dorsal entero (Fig. 28) ..... *Anisistelellidae* (Fig. 29) ..... 10
- 10a- Muchos *acetabula* en valvas genitales móviles (Fig. 30); dorso y vientre con escleritos con variadas esculturas (Fig. 30); grupo coxal posterior más largo que ancho, *capitulum* evaginable (Fig. 32) o no (Fig. 31) ..... *Rhynchohydracaridae*, 3 géneros ..... 11
- 10b- Sin esta combinación de caracteres ..... 11

- 11a- Cuerpo blando y alargado, coxas ubicadas en un grupo anterior, no fusionadas; IV-Cx pequeñas y redondeadas posteriormente (Fig. 33); muchos *acetabula* ubicados en la hembra en 2 placas y en los machos en una; P-IV con un pelo ventral dentiforme (Fig. 34) ..... *Omartacaridae*, 1 género ..... 12
- 11b- Sin esta combinación de caracteres ..... 12
- 12a- P-II con un pelo simple o en clavija en la cara ventral, sésil o sobre un tubérculo de tamaño variado (Figs. 36 y 37); garras generalmente ausentes en IV-pt (Figs. 38 y 43); escudo dorsal y ventral raramente presentes ..... *Limnesiidae* (Figs. 35-47), 14 géneros ..... 14
- De ellos son importantes para la comunidad bentónica: *Neomaniara*, *Meranecia*, *Protolimnesia*, *Neotorrenticola*, *Limnesia*, *Mixolimnesia* y *Tubophorella*.
- 12b- P-II sin pelo simple o clavija en la cara ventral (no confundir con proyecciones) ..... 13
- 13a- Palpos uncinados; escudo dorsal y ventral ..... 13
- 13b- Palpos no uncinados; cuerpo más o menos blando o pesadamente esclerosado ..... 15
- 14a- Todos los *acetabula* confinados al gonoporo; cóndilos asociados al IV-pt bien desarrollados; par de *glandularia* incorporados en el margen medio de IV-Cx, próximos a la línea de sutura entre III-Cx y IV-Cx (Fig. 48) o algo posterior en algunas especies ..... *Krendowskidae*, 3 géneros ..... 14
- 14b- Cuerpo muy esclerosado; sin *acetabula* en el gonoporo de machos y hembras (Fig. 49); placas acetabulares generalmente extendidas lateralmente en ambos lados (Fig. 51-52), marcado dimorfismo sexual ..... *Arrenuridae* (Fig. 50) ..... 15
- 15a- Tres pares de *acetabula* de igual forma, ubicados en el gonoporo (Fig. 53); escudo ventral y dorsal presentes, patas sin grandes modificaciones ..... *Mildeopsidae* (Fig. 54), 2 géneros (uno monotípico) ..... 16
- 15b- Sin esta combinación de caracteres ..... 16
- 16a- Desde 3 pares a numerosas *acetabula*, ubicados en placa acetabular o no asociados con escleritos; si algunos *acetabula* quedan en el gonoporo hay también otros en la placa acetabular ..... 17
- 16b- 3 pares de *acetabula* que en los machos están en el gonoporo y en las hembras en la placa. Primer par de patas muy modificado, tanto en el macho como en la hembra (Fig. 55). Muy esclerosados ..... *Momonidae* ..... 17
- Dos géneros, uno monoespecífico y el otro con tres especies, limitados a los Andes australes.



- 17a- Con escudo dorsal y ventral (a excepción de *Frontipodopsis*), gonoporo de las hembras terminal y ancho (Fig. 66), en los machos subterminal (Figs. 57 y 67); *acetabula* no muy pequeños, no numerosos y no asociados con escleritos; extremo posterior del cuerpo aguzado o con algún arreglo especial ..... *Aturidae* (Figs. 56-67)
- 23 géneros, de los cuales *Axonopsella* con 24 especies contiene 33 % de las especies.  
Para su reconocimiento se refuerzan los caracteres e información de algunos de sus géneros:  
*Neoaturus*: 8 especies, gonoporo terminal en machos y hembras, en los machos puede ubicarse en una proyección (Fig. 56). Sin dimorfismo sexual en las patas.  
*Axonopsella*: 11-pt y IV-pt modificadas (Figs. 57-59).  
*Noesaturus*: 4 especies, escudo dorsal compuesto por 6 placas articuladas en machos y 7 en hembras (Figs. 60a; 60b), P-II con dentículos ventrales (Fig. 61), IV-pt 5 y 6 con setas modificadas (Fig. 62).  
*Frontipodopsis*: 2 especies, cuerpo comprimido lateralmente (Fig. 63) y IV-Cx extendidas hasta la superficie dorsal, IV-pt articulados en una abertura lateral (ver flecha Fig. 63), comprimidas lateralmente y con garras (Fig. 64).  
*Stygabielia*: En los machos, II-pt y IV-pt (Fig. 65) modificada, *acetabula* proporcionalmente grandes, hembras con valvas del gonoporo mucho más largas que anchas y en el extremo posterior (Fig. 66). Machos con glándulas especializadas en el extremo de un rulo a cada lado de la línea media del cuerpo en relación con una U invertida (Fig. 67), en cuyos extremos se encuentra el primer par de *acetabula*, en posición anterior al gonoporo, los tres pares restantes de *acetabula* en el extremo del cuerpo.
- 17b- Sin esta combinación de caracteres ..... 18
- 18a- IV-Cx con un par de *glandularia*; cuerpo blando, si bien algunos tienen un escudo dorsal y/o ventral; I-pt-5 distal con una o más setas gruesas (Fig. 70) ..... *Hygrobatidae* (Figs. 68-81), 33 géneros  
Para su reconocimiento se refuerzan los caracteres e información de algunos de los géneros más relevantes:  
*Hygrobatas*: 26 especies. *Capitulum* fuertemente fusionado con los dos primeros pares de coxas (Fig. 68). Con dentículos y/o apófisis en la porción ventral de P-II y/o P-III (Fig. 69).  
*Atractides*: 11 especies. 3 pares *acetabula*, I-pt-6 curvado, I-pt-5 con fuertes setas distoventrales, P-IV con superficie dorsal pilosa (Figs. 71-73).  
*Atractidella*: 9 especies, solamente los machos poseen escudo dorsal y ventral; *capitulum* largo y puntiagudo; P-IV con proyección ventral (Fig. 74).  
*Corticacarus*: 54 especies. Machos y hembras con número y desarrollo de escleritos variado (Fig. 76); palpos con superficie ventral de P-II y P-III

- denticulada y con apófisis con desarrollo variado, P-IV con una seta en clavija (Fig. 77), gonoporo del macho triangular (Figs. 75).  
*Rhynchaturus*: 10 especies. *Capitulum* protrusible (Fig. 78). Placas dorsales y ventrales presentes, con esculturas destacadas (Fig. 79).  
*Hygrobatella*: 16 especies. *Capitulum* separado de los grupos coxales, coxas fusionadas en cuatro grupos (I y II; III y IV de cada lado), P-II y P-III con dentículos en superficie ventral. *Acetabula* en número variado desde 3 (el más frecuente) a muchos (Fig. 80-81).
- 18b- IV-Cx sin un par de *glandularia* y sin la combinación de caracteres del dilema anterior ..... 19
- 19a- En machos escudo dorsal y ventral presentes, en hembras con 5 escleritos dorsales; P-II con proyección ventral; gonoporo de los machos desplazado hacia el *capitulum* (Fig. 83) ..... *Ferradasidae* (Fig. 82), 1 género monotípico
- 19b- Cuerpo blando o con escleritos esparcidos o con escudo dorsal y ventral, pero sin la combinación de caracteres del dilema anterior ..... 20
- 20a- Garras simples o con púa accesoria (Fig. 84), nunca con modificaciones asimétricas; margen posterior de las IV-Cx más o menos truncado o redondeado, o falta parcialmente (Fig. 85) ..... *Unionicolidae*, 6 géneros  
Esta familia esta constituida principalmente por especies planctónicas y pleustónicas.
- 20b- Garras con apéndices accesorios, en machos III-pt con un par de garras muy modificadas y desiguales (Fig. 86); IV-pt-4 con una marcada muesca o con cavidad media rodeada de setas, margen posterior de IV-Cx anguloso (Fig. 87) ..... *Plonidae* (Figs. 88).  
Un género con 33 especies, principalmente planctónicas.

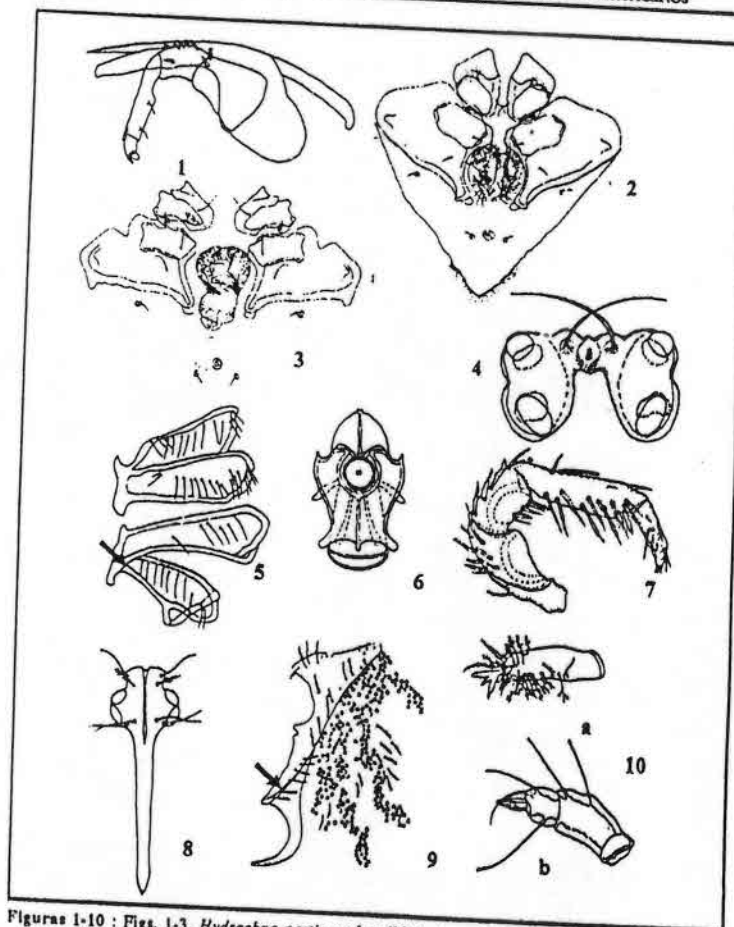


## BIBLIOGRAFÍA

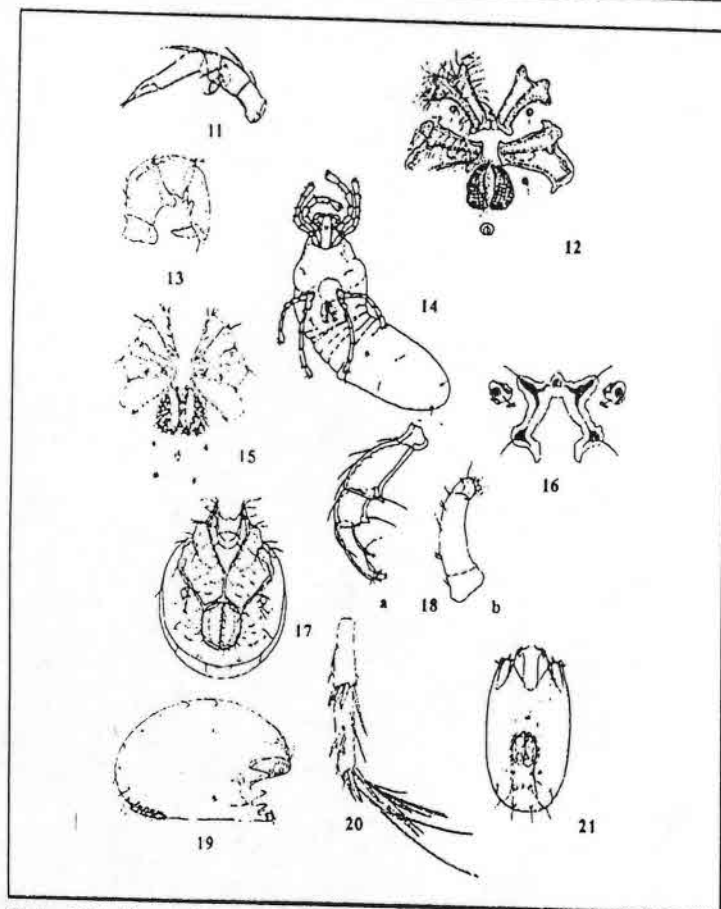
- Iader, C. 1980. Some biological and ecological data on water-mites, mainly some significant data on the life-duration. *Int. J. Acarol.* 6(3):239-243.
- Balseiro, E. G. 1992. The role of pelagic water mites in the control of Ceran population in a temperate lake of the Southern Andes. *J. Plankton Res.* 14(9):1267-1277.
- Berlese, A. 1888. Acari austro-americi ecc. *Bullet. della Soc. Entomol. italiana.* Firenze. 20(1-4): 171-222.
- Besch, W. 1964. Systematik und Verbreitung der südamerikanischen rheophilen Hydrachnelliden. *Beitr. neotrop. Fauna* 3: 77-193.
- Cook, D. R. 1974. Water Mite Genera and Subgenera. *Mem. Amer. Ent. Inst.* 21: 1-860.
- Cook, D. R. 1980. Neotropical water mites. *Mem. Amer. Ent. Inst.* 31: 1-645.
- Cook, D. R. 1988. Water Mites from Chile. *Mem. Amer. Ent. Inst.* 42: 1-356.
- Davids, C. 1991. Water mites: The impact of larvae and adults on their host and prey populations, pp. 497-501. In: Dusbábek and Bukva (eds.), *Modern Acarology*. Academia, Prague and SIB Academic Pub., The Hague.
- Downes, B. 1991. Competition between mobile species using patchy resources: an example from a freshwater, symbiotic assemblage. *Oecologia* 85: 472-482.
- Evans, G. O. 1992. Principles of Acarology. *CAB International*.
- Fernández, H. R. 1988a. Acaros intersticiales de la República Argentina I. *Omatacarus tucumanensis* sp. n. (Acari, Hydrachnellae). *Rev. Soc. Entomol. Arg.* 44(3-4):395-398.
- Fernández, H. R. 1988b. Acaros intersticiales del Noroeste argentino II. Los géneros *Protolimnesia* Lundblad y *Diamphidaxona* Cook (Acari, Hydrachnellae). *Neotropica* 33(99):139-146.
- Fernández, H. R. 1991. Composición y estructura de la Taxocenosis de hidrácidos reobentónicos en dos arroyos de la sierra de San Javier Tucumán. *Biología Acuática* 15:218-219.
- Fernández, H. R. 1992. Primer hallazgo de *Tubophorella* Viets (Limnesiidae, Parasitengona, Acari) en América del Sur. *T. multisetabulata* n. sp. del Arroyo Tafi, Provincia de Tucumán, Argentina. *Stud. Neotrop. Fauna Environ.* 27(4): 253-259.
- Fernández, H. R. 1993. Acaros intersticiales del Noroeste argentino. IV. Análisis filogenético y biogeográfico de *Omatacarus* (Acari: Omatacaridae): una primera aproximación. *Rev. Soc. Entomol. Arg.* 52(14): 107-117.
- Fernández, H. R. 1995. Nuevos datos sobre *Diamphidaxona yungasa* (Acari: Hygrobatidae) del noroeste argentino. *Neotropica* 41(105-106):111-117.
- Fernández, H. R. 1998. *Flabellifrontipoda parva* Cook (Oxidae, Parasitengona, Acari), descripción de la hembra. *Acta zool. Lill.* 44(2):411-413.
- Fernández, H. R. y Ferradas B., Rosso de. En prensa. Hidrácidos del altiplano boliviano: La cuenca alta del río Sucre (Bolivia). *Physis* (Bs. Aires).
- Ferradas, B. Rosso de. 1973. Nota sistemática sobre ácaros dulceacuícolas de la familia Anisitsiellidae (Hydrachnidia, Acari) en Argentina. *Soc. Cient. Arg. Sec. Santa Fe* 1:1-6.
- Ferradas, B. Rosso de. 1974. Acaros acuáticos del género *Unionicola* Haldeman, 1842 (Acari, Hydrachnellae, Unionicolidae) en moluscos Gasteropoda y Polycypoda de la Argentina. *Physis* B 33(87):177-186.
- Ferradas, B. Rosso de. 1975. Características morfológicas y poblacionales de *Piona erratica* Marshall (Pionidae, Hydrachnellae, Acariformes). *Com. Cient. CECOAL* 3:1-7.
- Ferradas, B. Rosso de. 1982. Hidrácidos de la provincia de Buenos Aires (Argentina). III. Limnesiidae, Unionicolidae y Pionidae del delta del Paraná (Acari, Hydrachnellae). *Rev. Soc. Entomol. Arg.* 41(1-4):49-59.
- Ferradas, B. Rosso de. 1983. Hidrácidos de la Provincia de Buenos Aires (Argentina). II. Eylaidae, Hydrphanidae e Hydrotrichidae del delta del Paraná (Acari, Hydrachnellae). *Neotropica* 29(81):11-18.

- Ferradas, B. Rosso de. 1984. Hidrácidos de la provincia de Buenos Aires (Argentina). I. Arrenuridae (Acari, Hydrachnellae) del delta del Paraná. *Physis* (Bs. Aires) 42(103):77-85.
- Ferradas, B. Rosso de. 1990. Acaros reófilos de las sierras de Córdoba (República Argentina) (Acari, Hydrachnidia). I. *Stud. Neotrop. Fauna Environ.* 25(4):185-194.
- Ferradas, B. Rosso de. 1993. La familia Aturidae en la Argentina. II. Géneros *Albia* Thor y *Submiraxona* Lundblad (Acari, Hydrachnidia). *Rta. MACN "B. Rivadavia"* *Entomología* 7(1):1-8.
- Ferradas, B. Rosso de. 1993. La familia Aturidae en la Argentina. I. Género *Aconopsella* Lundblad (Acari, Hydrachnidia). *Studies Neot. Fauna Environ.* 30(3):129-147.
- Ferradas, B. Rosso de. 1996. Hidrácidos de la Provincia de Buenos Aires (Argentina). V. Redescription y biología de *Hydrachna portigera* (Acari, Hydrachnidia, Hydrachnidae). M. A. C. N. "B. Rivadavia" e I. N. I. de las Ciencias Naturales. *Extra N Serie* 139:1-8.
- Ferradas, B. Rosso de. 1998. Nuevos *Arrenurus* (Acari: Hydrachnidia: Arrenuridae) de la cuenca del río Paraná (Argentina). *Acarologia* (Paris) 39(4):327-334.
- Ferradas, B. Rosso de and K. Böttger. 1997. Water Mites from stagnant waters of Paraguay. *Amazoniana* 14(3/4): 177-212.
- Ferradas, B. Rosso de y H. R. Fernández. 1995. Acari (Hydrachnidia), pp 819-854. En E. C. Lopretto y O. Tell (eds.), *Ecosistemas de aguas continentales. Metodologías para su estudio. Ediciones Sur*, La Plata.
- Ferradas, B. Rosso de; F. J. Káisin and A. S. Bosnia. 1987. Seasonal variation of Density and Biomass of Hydrachnina (Acari) in a North-Patagonian Reservoir (Neuquén, Argentina). *Stud. Neotrop. Fauna Environ.* 22(3):113-127.
- Ferradas, B. Rosso de y C. Mattoni. 1999. Ácaros reófilos (Acari: Hydrachnidia) de las sierras de Córdoba (Argentina). III. *Rev. Soc. Entomol. Arg.* 58(3/4):109-127.
- Gerecke, R. 1996. Studies on water mites of the family Hydrphantidae (Acari, Actinedida) in the Western Palearctic Region. II. The water mites of the family Hydrphantidae Piersig 1896 in the Mediterranean countries (Acari, Actinedida, Hydrachnellae). *Arch. Hydrob. Suppl.* 77(3-4):337-513.
- Halik, L. 1944. Ad Hydrachnellas Argentinas addenda (Acari). *Sborn. entom. odd. Zemsk. Mus.* 21-22:78-83.
- Lanciani, C. 1979. The Influence of Parasitic Water Mites on the Instantaneous Death Rate of Their Host. *Oecologia* (Berl.) 44:60-62.
- Lanciani, C. and J. Boyett. 1980. Demonstrating parasitic water mite-induced mortality in natural host populations. *Parasitology* 81:465-475.
- Lundblad, O. 1941. Weitere neue Wassermilben aus Brasilien und Paraguay. *Vor. Mitt. Ent. Tidskr.* 62(1-2):122-126.
- Lundblad, O. 1942. Die Hydracarinafauna Südbrasilien und Paraguays. Zweit. Teil. *Svensk. Vetensk. akad. Handling* 20(2):1-175.
- Lundblad, O. 1943a. Die Hydracarinafauna Südbrasilien und Paraguays. Dritter Teil. *Svensk. Vetensk. akad. Handling* 20(5):1-148.
- Lundblad, O. 1943b. Die Hydracarinafauna Südbrasilien und Paraguays. Vierter Teil. *Svensk. Vetensk. akad. Handling* 20(8):1-171.
- Lundblad, O. 1944. Die Hydracarinafauna Südbrasilien und Paraguays. Fünfter Teil. *Svensk. Vetensk. akad. Handling* 20(13):1-182.
- Lundblad, O. 1953. Die Hydracarinafauna von Colombia. *Ark. Zool.* 5(8):435-585.
- Marshall, R. 1940. Water mites from Argentina. *Trans. Amer. microscop. Soc.* 59(3): 277-282.
- Matveev, V. R.; C. C. Martínez; B. M. Prieto and Y. Z. Domitrova. 1992. Population control in planktonic crustaceans of subtropical lake during seasonal succession. *Arch. Hydrob.* 124(1): 1-18.
- Mauri, R. y A. B. de Alzuet. 1972. Dos ácaros parásitos de Moluscos. *Neotropica*. 18(57):113-117.
- Mwango, J., T. Williams and R. Wiley. 1995. A preliminary study of the predator-prey relationships of watermites (Acari: Hydrachnidia) and blackfly larvae (Diptera: Simuliidae). *The Entomologist* 114(2):107-117.

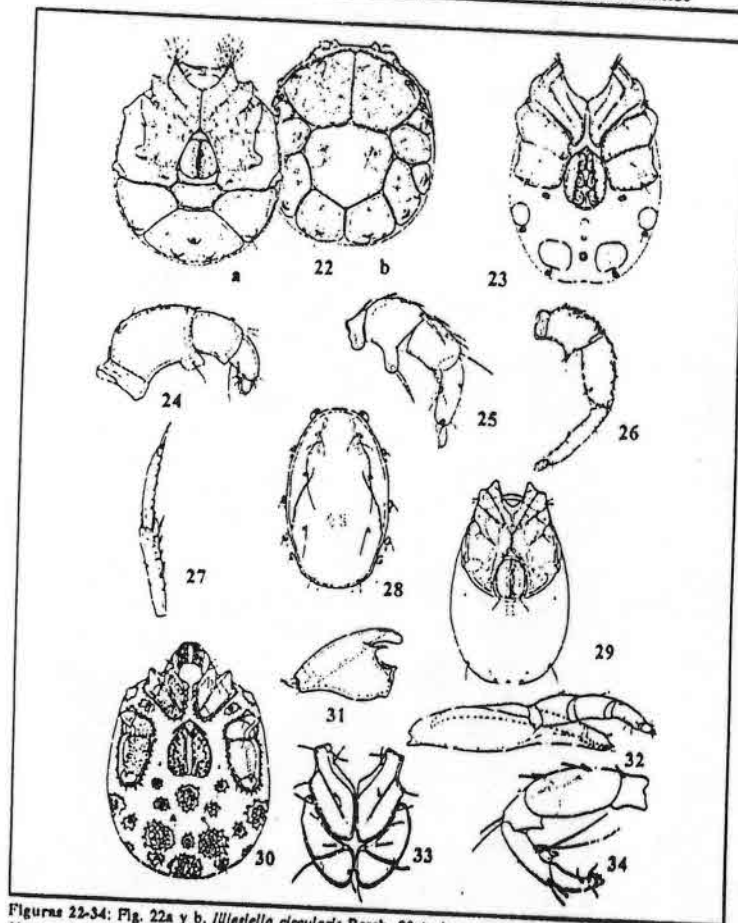
- Norton, R. A., J. B. Kedley, D. E. Johnston and B. M. O'Connor, 1993. Phylogenetic perspectives on Genetic Systems of Mites, pp. 8-572. In D. L. Wrensch and M. A. Ebbert (eds.), Evolution and Diversity of Sex Ratio in Insects and Mites. Chapman and Hall, New York.
- Prasad, V. and D. R. Cook, 1972. Water mite larva. Mem. Amer. Ent. Inst., 18: 1-326.
- Proctor, H., 1989. Occurrence of Protandry and a Female-Biased Sex-Ratio in a Sponge-Associated Water Mite (Acari: Unionicolidae). Exp. App. Acarol. 7:289-297.
- Proctor, H. and G. Pritchard, 1989. Neglected predators: water mites (Acari: Parasitengona: Hydrachnellae) in freshwater communities. J. N. Am. Benthol. Soc. 8(1): 100-111.
- Ribaga, C. 1902. Acari sudamericani. Zool. Anz. 25(675):502-508.
- Ribaga, C. 1903. Diagnosi di alcune species nuove di Hydrachnellidae e di un Ixodidae del Sud America. Ann. Scuola super. Agric. (Portici) 6(5):1-28.
- Schwoerbel, J., 1986. Acari: "Hydrachnellae", pp. 652-696. In: L. Botosaneanu (ed.), Stygofauna mundi, E. J. Brill (eds.), Leiden.
- Snüdi, B. and W. J. Cook, 1991. Negative covariance between larval *Arrenurus* sp. and *Limnochares americana* (Acari: Hydrachnellidae) on male *Leucorrhinia frigida* (Odonata: Libellulidae) and its relationship to the host's age. Can. J. Zool. 69: 226-231.
- Smith, I. and D. R. Oliver, 1986. Review of Parasitic associations of larval water mites (Acari: Parasitengona: Hydrachnellidae) with insect host. Can. Ent. 118:407-472.
- Smith, I. and D. R. Cook, 1991. Water Mites, pp. 523-592. In J. H. Thorp and A. P. Covich (eds), Ecology and Classification of North American Freshwater invertebrates. Academic Press, Inc., San Diego.
- Viets, K. 1954a. Süßwassermilben (Hydrachnellae, Acari) aus Südamerika. Arch. Hydrobiol. 49(1-2): 1-224.
- Viets, K. 1954b. Wassermilben aus dem Amazonasgebiet (Hydrachnellae, Acari). Bearbeitung der Sammlungen Dr. R. Braun, Aarau und D. H. Sioli, Belém Sch. Z. Hydrol. 16: 78-151, 161-247.
- Viets, K. 1955. Hydrachnellae. In: The Percy Sladen Trust Expedition to Lake Titicaca in 1937. Trans. Linn. Soc. London, (s. 3) 1(3): 249-274.
- Viets, K. 1956. Die Milben des Süßwassers und des Meeres. Hydrachnellae et Halacaridae (Acari). Zweiter und dritter Teil. Katalog und Nomenklator. Jena G. Fischer: 1-870.
- Viets, K. O. 1987. Die Milben des Süßwassers (Hydrachnellae und Halacaridae [part.], Acari) 2: Katalog. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- Vidrine, M. 1989. A Summary of the Mollusk-mite associations of Louisiana and adjacent waters. The Louisiana Environ. Prof. 6 (1): 30-63.
- Walter, C. 1926. *Hygrobatas disjunctus* n. sp. eine neue Hydracarine aus Nordpatagonien. Arch. Hydrobiol. 16:324-327.
- Walter D. E. and H. Proctor, 1999. Mites, Ecology, Evolution and Behaviour. CAB International.



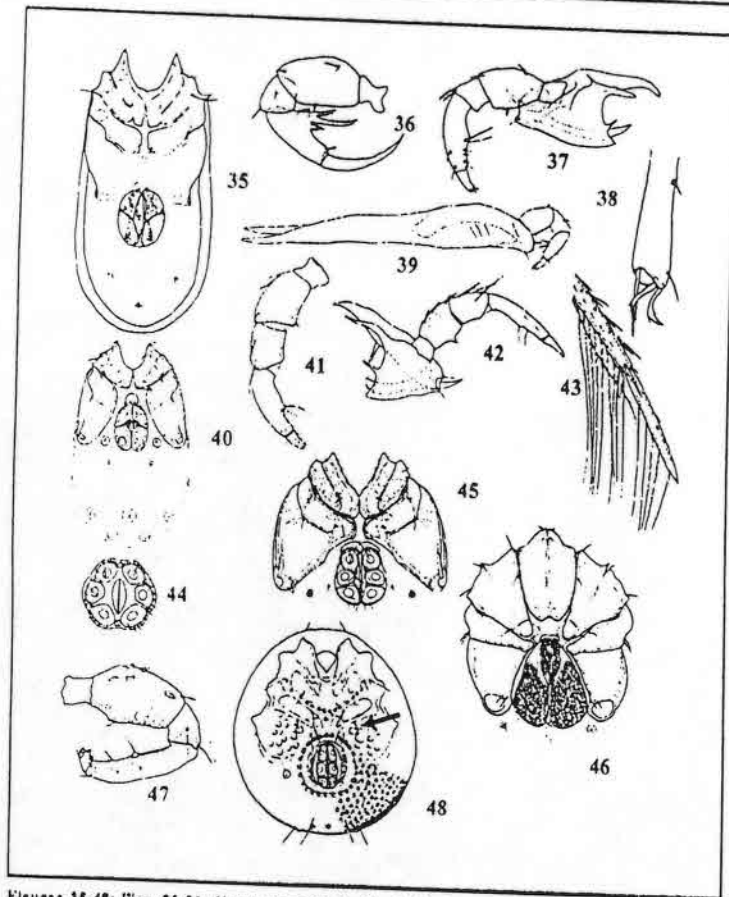
Figuras 1-10 : Figs. 1-3, *Hydrachna portigera* Lundblad, 1, capitulum, quelicero y palpo, 2, vista ventral macho, 3, vista ventral hembra; Figs. 4-5, *Eylais multispina* Ribaga, 4, placa ocular, 5, Área coxal, la flecha señala la zona de sutura de III-Cx y IV-Cx, Fig. 6, vista ventral capitulum; Fig. 7, *E. armata* Ribaga, 7, palpo; Figs. 8-10a, *Rhyncholimncharas dispersal* R. de Ferradas, 8, placa ocular, 9, III-Cx y IV-Cx, la flecha señala la zona de sutura entre ambas, 10 a), palpo; Fig. 10b), *Neolimncharas placophora* Lundblad, 10b), palpo.



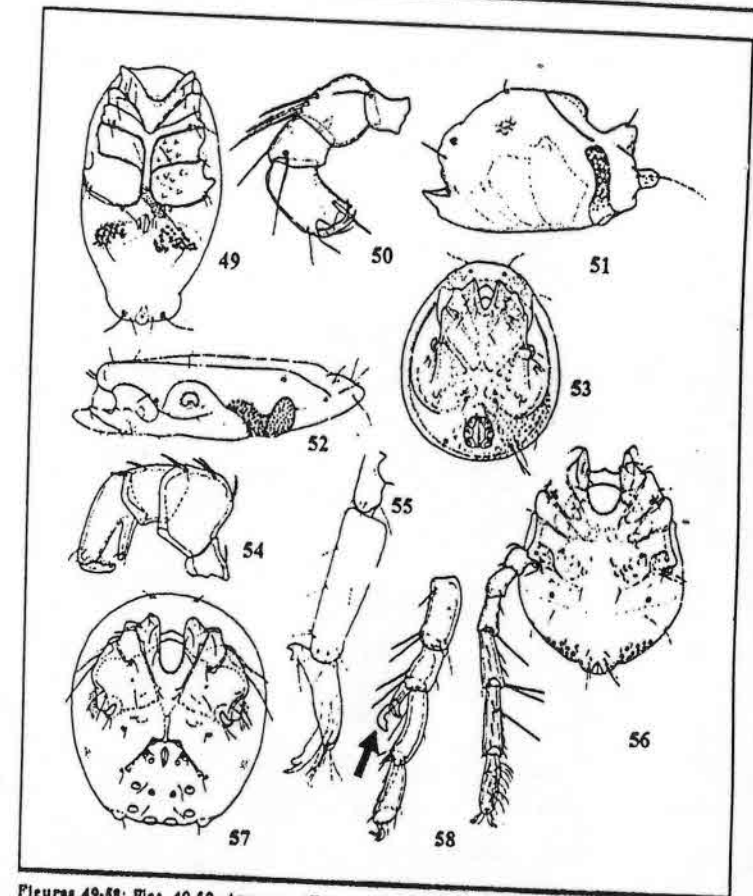
Figuras 11-21: Figs. 11-12, *Hydrodroma peregrina* Koenike, 11, palpo, 12, vista ventral; Fig. 13, *H. emyoides* Besch, 13, palpo; Fig. 14, *Euwandesia sensitiva* André et Naudó, 14, vista ventral; Fig. 15, *Hydryphantes jujuyensis* R. de Ferradás, 15, vista ventral; Fig. 16, *H. ramosus* Daday, 16, placa dorsal con ojo medio; Figs. 17-18a, *Torrenicola columbiana* Lundblad, 17, vista ventral, 18a), palpo; Fig. 18b), *Neoatractides inachus* Lundblad 18b) palpo; Figs. 19-20, *Flabellifrontipoda parva* Cook, 19, vista lateral, 20, segmentos distales I-IV; Fig. 21, *Oxus patagonicus* Lundblad, 21, vista ventral.



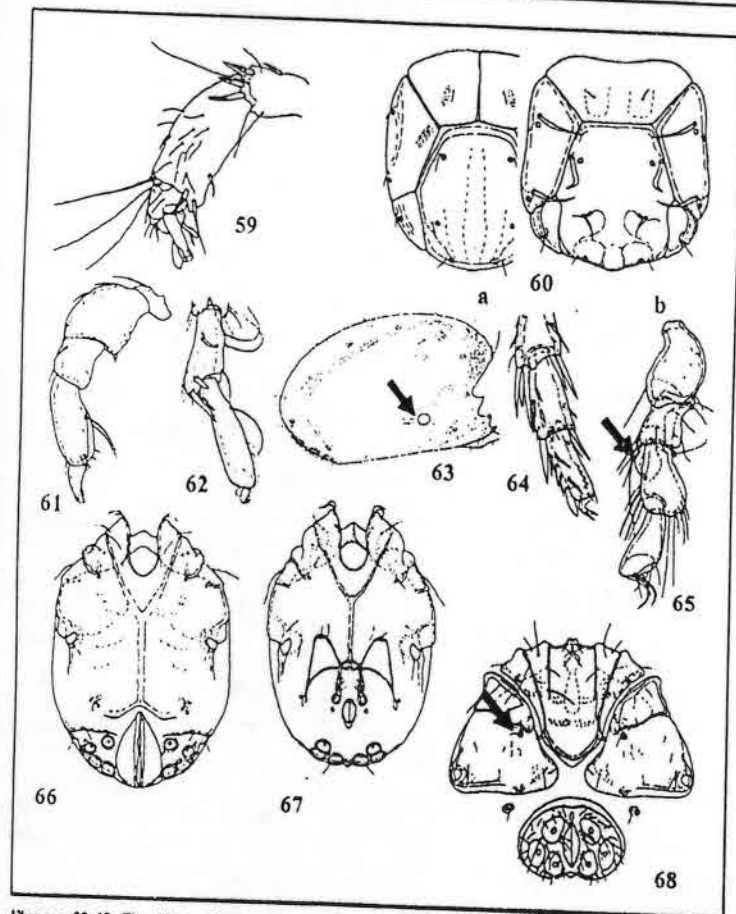
Figuras 22-34: Fig. 22a y b, *Illistella circularis* Besch, 22a) vista ventral; 22b) vista dorsal; Figs. 23-24, *Notoispechomopsis crassipalpis* Besch, 23, vista ventral, 24, palpo; Fig. 25, *Apeltosperchon schmidti* Besch, 25, palpo; Fig. 26, *Sperchon neotropicus* Cook, 26, palpo; Figs. 27-29, *Rutacarus ferradasae* Cook, 27, IV-pi-5 y IV-pi-6, 28, vista dorsal macho, 29: vista ventral macho; Figs. 30 y 32, *Clathrosperchon punctatus* Cook, 30, vista ventral hembra, 32, caputulum y palpo; Fig. 31, *Clathrosperchonella arterifera* Lundblad, Fig. 31, caputulum; Figs. 33-34, *Omartacarus paraelongatus* Fernández y Grosso, 33, área coxal macho, 34, palpo.



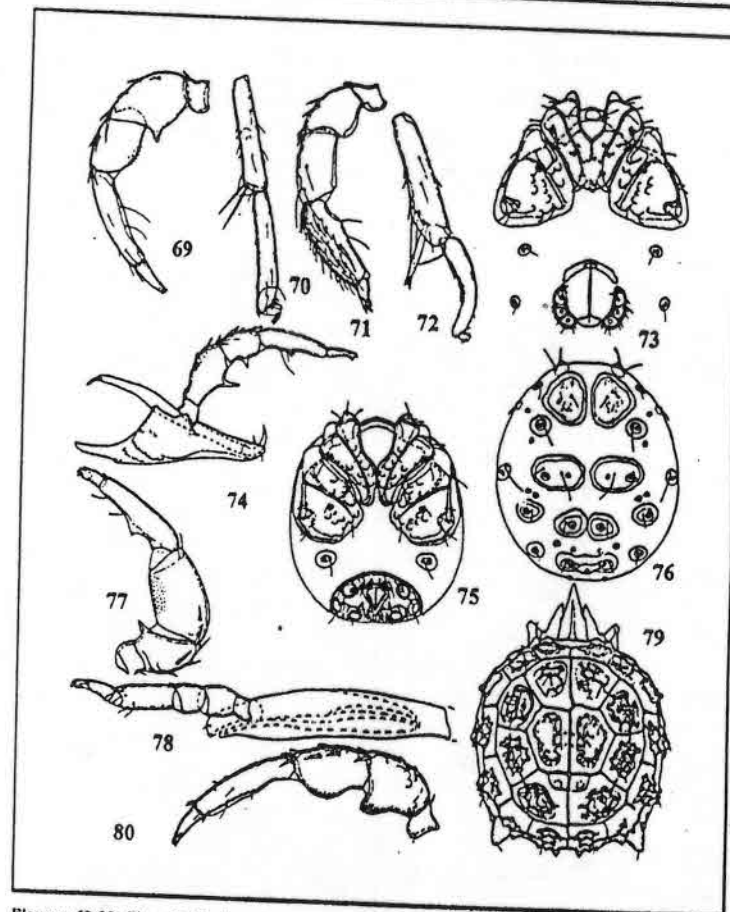
Figuras 35-48: Figs. 35-36, *Neomamernia falepalpis* Cook, 35, vista ventral macho, 36, palpo; Fig. 37, *Protilimnesia interstitialis* Cook, 37, capitulum y palpo; Fig. 38, IV-pt-6; Fig. 39, *Tubophorella multiacetabulata* Fernández, 39, capitulum y palpo; Figs. 40-41, *Mixolimnesia pallida* Cook, 40, vista ventral macho, 41, palpo; Figs. 42-45, *Limnesia patagonica* Lundblad, 42, capitulum y palpo, 43, IV-pt-5 y IV-pt-5, 44, campo genital macho, 45: vista ventral hembra; Fig. 46, *Neotorrenicola violacea* Lundblad, 46, vista ventral macho; Fig. 47, *Meramecia diamphida* Cook, 47, palpo; Fig. 48, *Krendowskia dorsolineata* Lundblad, 48, vista ventral macho.



Figuras 49-58: Figs. 49-50, *Arrhenurus (Truncaturus) ivani* Rosso de Ferradas, 49, vista ventral macho, 50, palpo; Fig. 51, *A. (Arrhenurus) brasiliensis* Lundblad 51, vista lateral macho; Fig. 52, *A. (A.) masonus* Cook, 52, vista lateral macho; Figs. 53-54, *Mideopsis chocoensis* Cook, 53, vista ventral hembra, 54, palpo; Fig. 55, *Notomomonía alta* Cook, 55, segmento distal I-pt; Fig. 56, *Neoaturus projectus* Lundblad, 56, vista ventral macho y IV-pt; Figs. 57-58, *Axonopsiella argentinensis* Cook, 57, vista ventral macho, 58, segmentos distales IV-pt macho.

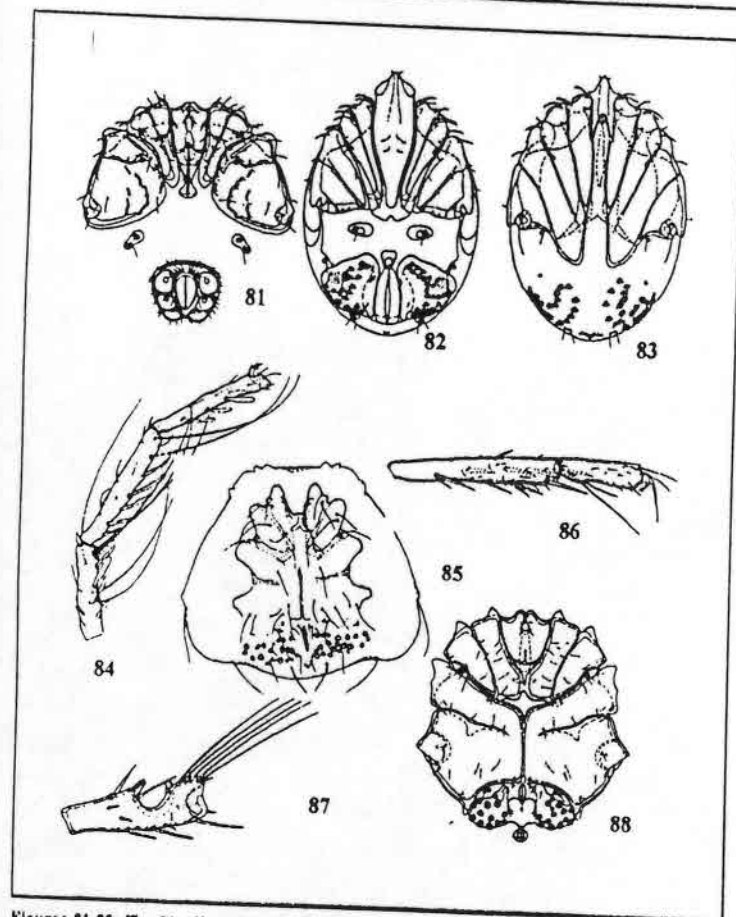


Figuras 59-68: Fig. 59, *A. (Luciasonopsella) misionum*, Rosso de Ferradas, 59, II-pt-4 y 6; Figs. 60-62, *Noesaturus atendus* Cook, 60a) vista dorsal hembra, 60b) vista dorsal macho; 61, palpo, 62, segmentos distales IV-pt; Figs. 63-64, *Frontipodopsila chilensis* Cook, 63, vista lateral hembra, 64, segmentos distales IV-pt; Fig. 65-67, *Stygalbiella tucumanensis* Cook, 65, segmentos distales IV-pt, macho, 66, vista ventral hembra, 67, vista ventral macho; Fig. 68, *Hygrobatella (Hygrobatella) puberula* Viets, 68, vista ventral macho.



Figuras 69-80: Figs. 69-70, *Hygrobatella (Hygrobatella) puberula* Viets, 69, palpo, 70, I-pt-5 y I-pt-6; Figs. 71-73, *Atractides sinuatus* Landblad, 71, palpo, 72, I-pt-5 y I-pt-6, 73, vista ventral; Fig. 74, *Atractides sinuatus* Landblad, 74, capitulum y palpo; Figs. 75-77, *Corticacarus coldomus* Cook, 75, vista ventral macho, 76, vista dorsal macho, 77, palpo; Figs. 78-79, *Rhynchaturus cautinensis* Cook, 78, capitulum y palpo, 79, vista dorsal; Fig. 80, *Hygrobatella (Hygrobatella) puberula* Viets, 80, palpo.





Figuras 81-88: Fig. 81. *Hygrobatella (Hygrobatella) puberula* Viets, 81, vista ventral macho; Figs. 82-83, *Ferradasia musicola* Cook, 82, vista ventral hembra, 83, vista ventral macho; Figs. 84-85, *Koenikea victoriola* Rosso de Ferradas, 84, segmentos distales I-pt, 85, vista ventral macho; Figs. 86-88, *Piona erratica* Marshall, 86, III-pt-5 y III-pt-6, 87, detalle IV-pt-4 macho, 88, vista ventral macho.

## capítulo 12 CRUSTACEA EUMALACOSTRACA

M. A. PERALTA

### INTRODUCCIÓN

Los crustáceos dulceacuícolas representan una importante fracción de la biodiversidad del macrozoobentos. Especies de Notostraca, Anostraca, Conchostraca, Cladocera, Copepoda, Ostracoda y Eumalacostraca, integran la comunidad bentónica límnic. En las aguas intersticiales subterráneas, relacionadas espacial y ecológicamente al bentos, Crustacea alcanza frecuentemente el grado máximo de abundancia y diversidad de la comunidad.

En el presente capítulo se desarrollan los aspectos biológicos, ecológicos y taxonómicos de las principales familias de Amphipoda, Isopoda (Eumalacostraca, Peracarida) y Decapoda (Eumalacostraca, Eucarida) dulceacuícolas bentónicas de América del Sur. También se mencionan brevemente a las formas talasoideas o de penetración, con áreas de distribución restringidas a estuarios o zonas próximas al mar y a los organismos hipogeos estigobiontes del medio acuático intersticial. Se incluye una clave de identificación a nivel de familia, con menciones de géneros y especies, y sus distribuciones geográficas.

Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos  
H. R. FERNÁNDEZ y E. DOMÍNGUEZ (Editores)

Serie: Investigaciones de la UNT. Subserie: Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de Tucumán



## SUPERORDEN PERACARIDA

## Diagnosis

Incluye a los eumalacostráceos en los que el caparazón está ausente o nunca fusionado a todos los segmentos del tórax. El primer par de antenas presenta una parte basal de 3 segmentos. Las mandíbulas usualmente con *lacinia mobilis* y al menos el primer par de toracópodos está modificado como maxilípedos. Las hembras tienen una bolsa incubadora, formada por proyecciones lamelares mediales de las coxas de algunos de los toracópodos o apéndices del tórax. En la Tabla 1 se mencionan los principales caracteres morfológicos externos de Amphipoda e Isopoda de vida libre.

## Orden Amphipoda

Incluyen aproximadamente 7.000 especies actuales, distribuidas en los ambientes acuáticos más diversos y unas pocas especies en ecosistemas terrestres.

Comprende 3 subórdenes: Gammaridea, Hyperiidea y Caprellidea (Holsinger, 1994). Gammaridea (fig. 1) es el más abundante, con aproximadamente 5.500 especies, que incluye formas marinas y reúne a todos los taxa dulceacuñcolas. En las aguas continentales de América del Sur, habitan aproximadamente 65 especies epigeas e hipogeas. Esta diversidad es escasa si se la compara con la riqueza taxonómica registrada para el Hemisferio Norte, donde se distribuyen 90% del total de anfípodos dulceacuñcolas. Sin embargo, la fauna de anfípodos estigobiontes de Sudamérica es potencialmente diversa (Holsinger, 1981) e inexplorada, por lo que futuros estudios podrían aportar descubrimientos adicionales.

Los Gammaridea son primariamente miembros del bentos (McLaughlin, 1980), pero se han adaptado a una variedad de hábitats, como la vegetación litoral, pleuston y ploon de ambientes lénticos y lóticos en general. También integran la comunidad intersticial de cavernas y el hiporreico de ríos y arroyos.

Los anfípodos bentónicos de América del Sur pertenecen a Hyalellidae (figs. 2, 3, 6-18), Corophiidae (fig. 4) y Gammaridae (*sensu lato*) (fig. 5). Las familias Bogidiellidae (fig. 19) e Ingolfiellidae (fig. 20) están representadas en el hiporreico y ambientes acuáticos intersticiales de cavernas. Los caracteres diagnósticos y distribución de estas familias están incluidos en la clave.

Hyalellidae: *Hyalella* Smith

Hyalellidae comprende 5 géneros y cerca de 55 especies, en su mayoría de aguas dulces o salobres, a excepción de *Parhyalella*, un género marino. *Hyalella* es el único género de Hyalellidae y de Amphipoda dulceacuñcola epígeo de América del Sur continental, con aproximadamente 40 especies descriptas.

## Diagnosis y Morfología

Los caracteres genéricos exclusivos son: ausencia del palpo mandibular (figs. 8,9), pérdida de la rama interna del urópodo 3 (fig. 17) y telson entero (fig. 18). El intervalo de longitud del cuerpo, sin considerar las antenas, es de 2,5 a 20 mm. Pueden tener un amplio espectro de color, que difiere entre poblaciones de una misma especie. En general, el dorso del cuerpo es liso, a excepción de las especies con carenas dorsales (mucronadas) de aguas profundas del lago Titicaca (figs. 2,3). Estas ornamentaciones espinosas dorsales parecen desarrollarse más, en cada especie, a medida que la profundidad aumenta (Dejoux, 1991) y permiten identificar las especies con cierta facilidad.

El dimorfismo sexual es marcado y se evidencia en los machos por el pronunciado desarrollo del propodo del segundo par de gnatópodos (fig. 14). Además, los machos de algunas especies han desarrollado otros caracteres sexuales secundarios que consisten en espinas curvas en la rama interna del urópodo 1 (fig. 15). Las hembras pueden diferenciarse también por la presencia de oostegitos en los pereópodos (fig. 13).

Los caracteres externos empleados en sistemática son: morfología general del cuerpo, morfología y desarrollo de los antenitos, morfología y espinación de: ambas mandíbulas, maxilípedos, gnatópodos, pereópodos, urópodos, telson, oostegitos y branquias.

## Biología y Ecología

En general, los anfípodos bentónicos son detritívoros, carroñeros, omnívoros y depredadores. Las especies de *Hyalella* del lago Titicaca son detritívoras y depredadoras de zooplankton y larvas de quironómidos.

Los períodos reproductivos son variados. Según Casset y Momo (1999), las poblaciones de *H. curvispina* de la provincia de Buenos Aires (Argentina) tienen los máximos anuales de biomasa en enero, mes en que se reproducen. El número y tamaño de los huevos se incrementa con la edad de la hembra. La fertilización tiene lugar en el marsupio formado por los oostegitos de las hembras. Los movimientos de los pleópodos y la extensión de los oostegitos ventilan el marsupio. El desarrollo larval en todos los anfípodos es directo o epimórfico.

Son organismos muy abundantes en ambientes lénticos y lóticos e integran diversas comunidades, como el pleuston, heteroploon y bentos. En general, constituyen una importante fracción de la biomasa total de macroinvertebrados (ej. 20% del conjunto de macroinvertebrados bentónicos en el lago Titicaca). Por sus hábitos alimentarios, juegan un rol importante como productores secundarios y también son una importante fuente alimenticia para los peces como *Salmo gairdneri* (Dejoux, 1991). Suelen estar asociados a la vegetación litoral ya que las plantas les ofrecen una fuente alimenticia y refugio. Estudios ecológicos indican que la presencia y abundancia de *Hyalella* estaría influida por las plantas acuáticas sumergidas y flotantes arraigadas, como *Egeria densa*, *Rorippa nasturtium aquaticum* y *Ceratophyllum* sp.

En general habitan aguas poco profundas, sólo en el lago Titicaca se registran especies en grandes profundidades, como *H. armata*, que vive en fondos fangosos sin

vegetación entre 12,5 y 135 m y es considerada como la especie más común del lago. La distribución altitudinal varía desde el nivel del mar hasta los 4.000 m. Se han reportado 2 especies terrestres, *H. paramoensis*, de Chisaca, Colombia y *H. rionegrina* de Río Negro, Argentina y una especie troglobionte, *H. anophthalma* de Venezuela.

Los anfípodos sobreviven con facilidad a las condiciones de laboratorio, por lo cual son objeto de estudios de embriología, fisiología, comportamiento y relaciones ecológicas. Se emplea a *Hyaella* en estudios de contaminación con plomo y fósforo (Freedman *et al.*, 1980).

#### Taxonomía

*Hyaella* es un género complejo, de gran homogeneidad morfológica. Muchas de las especies han sido inadecuadamente descritas y son mal conocidas, existiendo considerables dudas acerca de su validez. Entre las especies conflictivas, de amplia distribución geográfica, figuran *H. azteca* y *H. curvispina* (figs. 6-18). Futuros estudios podrían revelar que corresponden a complejos de especies que fueron originalmente mal identificadas.

Las claves específicas corresponden a Della Valle (1893) para las especies del lago Titicaca, Schellenberg (1943) y Oliveira (1953) para las especies de Brasil. Bousfield (1996) elabora una clave de todas las especies y además identifica 3 subgéneros: *Hyaella* (*Austrohyaella*), *H. (Mesohyaella)* y *H. (Hyaella)*.

Los caracteres específicos no son fácilmente detectables, por lo que las determinaciones requieren del manejo de las descripciones originales. Algunos trabajos cuentan con cuadros comparativos entre especies, como Cavalieri (1968) para *H. pampeana* y *H. curvispina*, Grosso y Peralta (1999) para *H. neonoma* y *H. araucana*, y Stevenson y Peden (1973) con esquemas comparativos entre los caracteres de *H. azteca* y *H. texana*.

*Gammarus* (Gammaridae), el género de amplia distribución del Hemisferio Norte, se diferencia fácilmente de *Hyaella* por el flagelo accesorio de la antena 1 y el 3º urópodo biramoso y más largo que el 2º.

#### Referencias

Holsinger (1981) publica aportes para el conocimiento general de Amphipoda de Sudamérica e incluye una completa lista de especies y sus distribuciones. Lopretto (1995) trata los Eumalacostraca dulceacuñcolas de la Argentina, incluida una clave genérica, y Stock y Platvoet (1991) estudian los Gammaridea sudamericanos.

Los grupos de trabajo en sistemática de *Hyaella* son: G. Bond-Buckup y A. Bueno (Universidad Federal do Rio Grande do Sul, Brasil), L. E. Grosso y M. Peralta (Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina) y E. González (University of Maine, USA).

#### Orden Isopoda

Los isópodos son los peracaridos más diversificados y ubicuos. Incluyen cerca de 10.000 especies marinas, de agua dulce y terrestres, agrupadas en 10 subórdenes. Son

particularmente abundantes en el fondo oceánico y en la zona pelágica. Se conocen aproximadamente 500 especies dulceacuñcolas.

En América del Sur las formas dulceacuñcolas de vida epigea son sólo excepcionales, pero se registran numerosas especies que parasitan a peces u otros crustáceos. Los isópodos estigobiontes sudamericanos son de gran significancia biogeográfica, pues tienen un alto grado de endemismo y en general pertenecen a antiguos linajes evolutivos. Estas características los convierte en excelentes herramientas en biogeografía histórica para vincular áreas distantes (Grosso, 1992). El conocimiento del grupo es aún fragmentario.

Las especies de vida libre y epigea pertenecen a Janiridae (Asellota) (fig. 21) y Sphaeromatidae (Flabellifera) (fig. 23). Protojaniridae (Asellota) (fig. 22) está representada en el hiporreico. Las formas parásitas de peces u otros crustáceos corresponden a Cymothoidae (Flabellifera) y Bopyridae (Epicaridea).

#### Biología y Ecología

Los isópodos epigeos habitan aguas poco profundas (menos de 1 m), con gran cantidad de materia orgánica en descomposición. Con pocas excepciones están restringidos a pequeños lagos, ríos o aguas someras. Los hábitos alimentarios son muy variados. En general los Asellota son herbívoros y detritívoros, y los Flabellifera y Epicaridea son carnívoros, predadores o parásitos. Las formas epigeas y herbívoras tienen un significativo impacto sobre la vegetación. Las especies perforadoras de madera afectan los pilotes de muelles y puentes (Taberner, 1981). En general tienen poca importancia para la dieta de los peces. Algunas especies parasitan peces de interés económico. Un aspecto importante de los que parasitan crustáceos es que pueden afectar el sexo y el desarrollo sexual de sus huéspedes.

El desarrollo larval es generalmente epimórfico y los juveniles son incubados en las bolsas torácicas ventrales de la hembra. Al abandonar la bolsa, el joven es semejante al adulto pero carece del 7º par de pereópodos. Sólo en algunos, como Cymothoidae, el desarrollo es metamórfico, con larvas de vida libre, y los adultos son parásitos de peces.

#### Referencias

Taberner (1981) publica referencias generales y una lista de isópodos sudamericanos, y Lopretto (1995) publica una lista de especies de la Argentina y sus distribuciones geográficas.

## SUPERORDEN EUCARIDA

### Diagnos

El caparazón está fusionado a todos los toracómeros para formar el cefalotórax. Los ojos son típicamente pedunculados móviles. Las mandíbulas carecen de *lacinia mobilis*, y el desarrollo larval es metamórfico.

### Orden Decapoda

Incluyen una gran diversidad de taxa marinos, dulceacuícolas y semiterrestres, con un total aproximado de 10.000 especies. En las aguas continentales de América del Sur, están representadas 8 familias y se conocen aproximadamente 160 especies, incluidas las formas de origen marino que penetran en el continente (Rodríguez, 1981). Según el criterio sistemático propuesto por Bowman y Abele (1982), el suborden Dendrobranchiata sólo está representado por la familia Sergestidae (Penaeidea). Las restantes familias integran el suborden Pleocyemata y son: Atyidae (Caridea), Palaemonidae (Caridea), Parastacidae (Astacidea), Aeglidae (Anomura), Trichodactylidae (Brachyura), Grapsidae (Brachyura) y Pseudothelphusidae (Brachyura). En América del Norte solo se registran Astacidae ("crayfishes"), Palaemonidae ("freshwater prawns or river shrimps") y Atyidae.

Decapoda es el orden mejor conocido en América del Sur. Las formas bentónicas o de hábitos bentónicos pertenecen principalmente a Pleocyemata e incluyen la única familia de Anomura dulceacuícola y endémica de las aguas continentales de América del Sur: Aeglidae.

La Tabla 2 resume comparativamente los caracteres morfológicos generales, regiones del cuerpo y principales estructuras de los apéndices de los infraórdenes Caridea, Astacidea, Anomura y Brachyura.

#### Infraorden Caridea

Las familias representadas en América del Sur (Palaemonidae y Atyidae) comprenden especies de hábitos fundamentalmente pelágicos. Algunas especies de Palaemonidae transcurren parte de su ciclo de vida en el bentos, por lo cual se hace una breve referencia al grupo.

#### Biología y Reproducción

La biología reproductiva y ecología de Palaemonidae (fig. 24) es muy diversa y compleja. Tienen un marcado dimorfismo sexual, generalmente los machos son más robustos. La hembra transporta los huevos en la cámara incubadora (fig. 25b), sostenidos por los pleópodos. *Pseudopalaemon amazonensis*, distribuida en la región del Amazonas, lleva de 13 a 19 huevos y el periodo larval consiste en 3 estadios bentónicos (Magalhães y Medeiros, 1998), al igual que las larvas de *Palaemonetes carteri*.

Entre las especies de la Argentina, *Macrobrachium borellii* (figs. 24, 25) integra la comunidad bentónica tanto en la etapa larval como adulta. En poblaciones de la provincia de Buenos Aires (Argentina), Boschi (1981) indica que el período reproductivo es entre setiembre y enero, con un desarrollo embrionario de aproximadamente 50 días a temperaturas de 20 a 25°C. Cada hembra produciría 2 camadas por año, de entre 50 y 120 huevos. Una vez transcurrido el período embrionario, las larvas nacen con caracteres avanzados de postlarva (fig. 26), nadan durante las primeras horas y luego quedan posadas en plantas y objetos sumergidos en el agua (Boschi, 1981).

En cuanto a los estudios biológicos experimentales de Palaemonidae, Collins (1998) investiga en condiciones de laboratorio, el rol de predador de *M. borellii* como enemigo natural de *Culex pipiens* (Culicidae) y lo postula como probable agente de biocontrol por su abundancia en ambientes lenticos.

#### Referencias

Holthuis (1952) realiza una revisión de Palaemonidae de América y luego añade especies de la Amazonia (Holthuis, 1966); la revisión de especies de Brasil corresponde a Gomes-Corrêa (1977); Guerra y Guerra (1976) estudian especies de Perú; Rodríguez (1980) revisa los Decapoda de Venezuela; los estudios de especies argentinas corresponden a Ringuelet (1949c), Bachmann (1953) y Boschi (1981).

#### Infraorden Astacidea

La mayoría de las especies son dulceacuícolas, habitan ríos, arroyos y lagos, pocas son de suelos inundados, donde cavan madrigueras. Parastacidae (figs. 27-29) comprenden todas las langostas de agua dulce del Hemisferio Sur. Se distribuyen en América del Sur, Madagascar, Nueva Zelanda y fundamentalmente en Australia, donde se concentra 85% de las especies. El conocimiento de este grupo en América del Sur es aún parcial.

#### Características

La diagnosis de Parastacidae comprende el 1° par de pleópodos ausente en machos y hembras, el 2° par de pleópodos no modificado con fines reproductivos en los machos y el telson dividido por una sutura transversa.

A nivel genérico, los caracteres usados en taxonomía comprenden: forma del surco cervical del caparazón (figs. 28, 29a), estructura de la papila genital del macho (fig. 29c) y presencia de orificios genitales masculinos y/o femeninos (fig. 29b).

Astacidae, familia que reúne a las langostas dulceacuícolas del Hemisferio Norte, se diferencia de las langostas de América del Sur porque los machos poseen el 1° par de pleópodos desarrollados y las hembras no tienen espermateca.

#### Desarrollo y Reproducción

Las Parastacidae tienen un desarrollo directo, abreviado. La incubación varía de 2 a 20 semanas dependiendo en gran parte de la temperatura. Del huevo sale un individuo muy parecido al adulto, salvo que carece de algunos apéndices y que se mantiene

sujeto a los pleópodos 1 de la madre, mediante un mecanismo que difiere entre los géneros. Ringuelet (1949a) observa que las crías de *Parastacus agassizi* se sujetan por los pereópodos 4 y 5 a las espinas de los pleópodos de la madre, como en los géneros australianos. Este autor también señala que una hembra ovífera de *P. agassizi*, del lago Nahuel Huapi (Argentina), tenía un total de 63 huevos más crías; los huevos son ovalados de color amarillo y miden de 2 a 3 mm. En el primer momento las crías miden algo más de 5 mm. La región anterior es globosa, ya existe el rostro y presenta todos los apéndices desarrollados, a excepción de los urópodos.

Se conocen numerosos casos de hermafroditismo protándrico y sexualidad anómala en Parastacidae. Se discute si estos estados son permanentes o transicionales de un cambio de sexo.

#### Biología y Ecología

Las especies de *Samastacus* y *Virilastacus* son bentónicas y poseen quelas que se mueven horizontalmente. Habitan los ríos y lagos. *Parastacus* comprende especies semiterrestres que construyen hoyos en terrenos vegosos o pantanosos frecuentes en los bosques. Sus madrigueras consisten de un complejo sistema de túneles. La comunicación al exterior se evidencia por chimeneas en forma de cono, formadas por gránulos de los sedimentos profundos removidos por las langostas. Para construir los túneles mueven las quelas verticalmente. Estos túneles se extienden hasta alcanzar el nivel del agua subterránea.

Las Parastacidae se alimentan de algas, macrofitas, invertebrados (moluscos herbívoros y quironómidos) y son importantes detritívoros. También se registran cambios en la dieta de algunas especies que son carnívoras en su etapa juvenil, y a medida que crecen se vuelven detritívoras. Algunas especies son consideradas "especies clave" por su gran influencia en la estructura trófica de la comunidad bentónica (Mormot, 1995; Parkyn *et al.*, 1997). Las formas forrajeras y detritívoras son determinantes en el procesamiento de los paquetes de hojas. También se observa el efecto de algunas especies que eliminan al alga filamentosa *Cladophora* de los ríos, reduciendo además la abundancia de macrofitas. Se les atribuye una importante actividad de bioturbación de los sedimentos béticos (Parkyn *et al.*, 1997). Otro factor que determina su rol clave en la comunidad bentónica es su largo ciclo de vida, como algunas especies de *Paraneohrops* de Nueva Zelanda que viven de 4 a más de 16 años.

#### Taxonomía y Referencias

Faxon (1898) publica una revisión de las Parastacidae de América del Sur en la cual reconoce las 8 especies, todas asignadas al género *Parastacus*. Riek (1971) erige un nuevo género, *Samastacus*, y luego Hobbs (1991) asigna a una de las especies de *Samastacus*, a un tercer género, *Virilastacus*. A pesar de los cambios nomenclatoriales, la revisión de Parastacidae de Riek (1971) permite identificar a las especies.

Cabe mencionar las contribuciones sobre taxonomía y aspectos biológicos de Parastacidae sudamericanas realizadas por Bahamonde (1958), Bahamonde y López (1963) y Hobbs (1974, 1991).

#### Infraorden Anomura

Aeglidae comprenden los únicos anomuros dulceacuícolas a nivel mundial. Esta familia es endémica de América del Sur Austral, con un solo género actual, *Aegla*, que cuenta con 59 especies (Bond-Buckup y Buckup, 1994).

#### Características

Los rasgos morfológicos exclusivos de *Aegla* son: rostro simple, suturas que dividen al caparazón, sólo el 1° pereópodo quelado, pleópodos del macho fuertemente reducidos, telson entero con una sutura media longitudinal y presencia de tricobranquias, en lugar de filobranquias como la mayoría de los anomuros actuales (Bond-Buckup y Buckup, 1994). Además, poseen un abdomen simétrico, corto y flexionado bajo el tórax. Los ojos son mediales a las antenas. El 5° par de pereópodos está atrofiado, no participa en la locomoción, sino que funciona como limpiador de las branquias y por lo general no es visible externamente.

*Aegla* es un género muy uniforme. Por la variación intraespecífica y la mezcla de caracteres (Ringuelet, 1949b) resulta difícil la identificación de algunas especies. Ciertas características morfológicas se han reducido a relaciones numéricas directas (fig. 31) (Bond-Buckup y Buckup, 1994) que generalmente son usadas en las claves.

#### Diferenciación sexual

En las hembras el abdomen es relativamente más corto y ancho. Este carácter es usualmente usado para diferenciar externamente a los sexos. Los pleópodos de las hembras son empleados para la fijación de los huevos, y en los machos éstos apéndices están totalmente atrofiados. En las hembras, las aberturas genitales están sobre los coxopoditos del 3° (antepenúltimo) par de patas y en los machos, en el 5° par. En los machos los vasa deferente de cada lado están externamente protruidos como un delgado tubo.

Considerando el tamaño general del cuerpo y de los apéndices, las hembras son el sexo menos robusto. En ambos sexos las quelas son asimétricas por lo cual se las nombra quela mayor y quela menor. La mayor puede ser cualquiera, pero suele ser la izquierda, con relativamente pocas excepciones. La quela en las hembras es menos desarrollada y se asemeja a la quela menor de los machos. Las quelas de los machos, especialmente la mayor, tiende a volverse más grande a medida que el animal crece y envejece (Schmitt, 1942).

Los caracteres empleados en las claves y descripciones específicas son: forma de los quelípedos, forma y armaduras de las órbitas, proporción del caparazón y el rostro, desarrollo relativo de las espinas anterolaterales, lóbulo hepático y área cardíaca.



### Biología y Ecología

Las especies de *Aegla* son bentónicas. Habitan los cursos de agua de escaso caudal, poca profundidad y corriente lenta. Alcanzan la altitud máxima en el noroeste argentino a 4.500 m, y las profundidades máximas en los lagos chilenos a 320 m.

Se alimentan de cadáveres de peces, detritos, y son predadores de larvas acuáticas de insectos, renacuajos o peces pequeños. A su vez constituyen una importante fuente alimenticia para aves acuáticas, mamíferos y peces, especialmente salmónidos, por lo cual son importantes eslabones en las cadenas tróficas de ambientes dulceacuicolas.

Se conocen pocos datos sobre la biología de la mayor parte de las especies. En general, permanecen inactivos durante el día, bajo las piedras y objetos chatos o los cúmulos de hojas en descomposición. Los registros referidos a ciclos de vida y reproducción son escasos. Se calcula que *Aegla platensis*, colectada en Rio Grande do Sul (Brasil) vive aproximadamente 2 años y medio, con un período reproductivo continuo de todo un año, siendo su pico durante julio (Bueno y Bond-Buckup, 1999).

### Taxonomía

Las especies de *Aegla* son difíciles de diferenciar ya que es un género morfológicamente homogéneo. Algunas especies han sido propuestas con dudas, por lo que Schmitt (1942) sugiere que las descripciones y caracteres diagnósticos se circunscriban a machos maduros sexualmente.

### Referencias

Schmitt (1942) describe la mayor parte de las especies y elabora la primera clave específica. La revisión más reciente del género corresponde a Bond-Buckup y Buckup (1994).

Las principales contribuciones para el conocimiento de las especies de la Argentina, Paraguay, Uruguay y Bolivia corresponden a Ringuelet (1948a, b, 1949 b, c, d, 1959a, b). En Ringuelet (1948b, 1949b) y Lopretto (1980) están incluidas las claves de las especies argentinas. Los aportes para la fauna chilena comprenden los trabajos de Bahamonde y López (1963) y Jara (1996). El último mencionado incluye una clave.

La Dra. Georgina Bond-Buckup (Universidad Federal de Rio Grande do Sul, Brasil) y el Dr. Carlos Jara (Universidad Austral, Valdivia, Chile) trabajan actualmente en la revisión del género.

### Infraorden Brachyura

Es uno de los grupos más grandes y especializados de Crustacea con cerca de 4.500 especies. En las aguas continentales de América del Sur está representado por las familias Trichodactylidae, Pseudothelphusidae y Grapsidae. Trichodactylidae comprende a los cangrejos que habitan las tierras bajas de áreas tropicales y subtropicales. Las especies de Pseudothelphusidae están restringidas a los arroyos de aguas frías de regiones montañosas del norte de América del Sur. La familia Grapsidae, distribuida en su gran mayoría en los trópicos, habita en el litoral marino, estuarios y ríos. Está

representada principalmente por especies de *Sesarma*, que incluye formas terrestres y semiterrestres.

### Características

El caparazón (fig. 34) usualmente tiene una quilla que separa la superficie dorsal y ventral. El abdomen es corto, delgado y plegado debajo del cefalotórax (fig. 33), no participa en la locomoción. Es más ancho en las hembras. Las aberturas genitales del macho se encuentran en papilas flexibles situadas en posición esternal o las coxas del 5° par de pereopodos y, junto a los 2 primeros pares de pleópodos o gonopodos (fig. 35), forman el aparato copulador. Estos apéndices aparecen apoyados sobre los esternitos torácicos cuando se levanta el pleon. El primer par de pleópodos forma un canal en el cual se inserta el 2° par y sirve de conducto a los espermatozoides.

En los cangrejos dulceacuicolas, Rodríguez (1986) estudia la homología entre los caracteres relacionados a las adaptaciones semiterrestres, que incluyen la reacomodación de las partes bucales para la respiración y la conservación del agua. Los cangrejos terrestres o semiterrestres, como Trichodactylidae (figs. 33, 34, 36) y Grapsidae, poseen un revestimiento altamente vascularizado en la cámara branquial, presumiblemente para intercambio gaseoso. La cámara está parcialmente llena con aire y con agua. El aire fluye dentro de la cámara, por el batido de los escafognatitos (ver tabla 2). Las Pseudothelphusidae (fig. 37) comprenden a los cangrejos de respiración aérea que poseen un área de revestimiento especializado en la cámara branquial, la cual actúa como un pulmón. El desarrollo de este órgano requiere de modificaciones de otras estructuras, como los maxilípedos (fig. 37b), para asegurar la renovación del aire (Rodríguez, 1986).

Los caracteres morfológicos externos empleados en taxonomía son: forma y dientes del caparazón, disposición de los segmentos abdominales, estructura de los maxilípedos y fundamentalmente la estructura de los gonopodos. La forma de los gonopodos es el único carácter que permite diferenciar las especies de Pseudothelphusidae (Rodríguez, 1980).

### Biología y Reproducción

Extremadamente versátiles en sus hábitos alimentarios, son carroñeros, carnívoros, predan especialmente sobre moluscos, son herbívoros u omnívoros. Las formas herbívoras usan su aparato bucal para raer algas o cortar macrofitas con sus quelípedos. En algunas especies, se detectó un cambio de régimen alimentario a lo largo de su vida; los ejemplares jóvenes tienen sólo hojas deciduas en su estómago y los adultos incorporan insectos acuáticos a su dieta. La inclusión de los quelípedos en la actividad alimentaria es importante en las formas omnívoras.

Los cangrejos dulceacuicolas tienen desarrollo directo y las hembras transportan sus crías bajo el abdomen. Las Trichodactylidae, por su respiración branquial, viven sumergidos pero, al igual que Pseudothelphusidae, pueden tener una migración terrestre durante las fuertes lluvias (Rodríguez, 1992).

### Taxonomía

Pseudothelphusidae incluye cerca de 17 géneros y 90 especies (Rodríguez, 1992). Según la clasificación propuesta por Rodríguez (1992), basada en un análisis cladístico, Trichodactylidae cuenta con 12 géneros y 40 especies. Las Grapsidae sudamericanas comprenden cerca de 12 especies de *Sesarma* y solo una especie de *Chasmagnathus* y otra de *Cyrtograpsus*.

### Especies estigobiontes de Decapoda

Se conocen pocas especies de ambientes intersticiales o cavernícolas en América del Sur, las que están mucho más representadas en México y América Central. Las formas intersticiales son *Aegla cavernicola* de Grutas das Areias, São Paulo, Brasil y *Macrobrachium brasiliense* de Ecuador.

### Referencias

Entre los numerosos aportes para el conocimiento de las familias de Brachyura dulceacuícolas, se destacan las contribuciones de Bott (1969), Rodríguez (1980, 1992), Rodríguez y Díaz (1981) para las especies de Colombia y Ecuador y Smalley y Rodríguez (1972) para las Trichodactylidae de Venezuela, Colombia y Ecuador. Lopretto (1976) publicó un estudio morfológico comparado de los pleópodos sexuales masculinos de las Trichodactylidae de la Argentina.

## MÉTODOS DE ESTUDIO

### Colecta

En general, para anfípodos, isópodos, Decapoda Caridea y Astacidea, se usan redes, copos de mano o muestreador tipo Surber. En Decapoda Anomura y Brachyura, la colecta se puede realizar además, en forma manual o con cebos (trozos de carne), en especial para Aeglidae. En estos últimos grupos los muestreos suelen ser más eficientes en las horas crepusculares o nocturnas.

### Preparación de los especímenes

La evaluación taxonómica y/o identificación típicamente requiere de un estudio de la morfología externa general, medición, cálculo de relaciones merísticas, descripción de las estructuras externas y el examen de cada uno de los apéndices. Este último proceso requiere de técnicas de clarificación, tñido, disecado y montaje. En la disección de anfípodos se debe tener en cuenta que los apéndices bucales se disponen en una masa compacta, limitada posteriormente por los maxilípedos, por lo cual se separan primero éstos últimos apéndices, que suelen estar fusionados en la base. Luego se continúa con ambos pares de maxilas, mandíbulas, labio y labro. Posteriormente, se completa la disección de los apéndices torácicos, abdominales y el telson.

En Decapoda, el estudio de los principales sistemas de órganos debe realizarse antes de la extracción de los apéndices bucales pues la remoción de estas estructuras puede causar serios daños a la región cefálica. A tal fin, se debe separar cuidadosamente el caparazón y observar la posición de los 3 pares de maxilípedos, pues es un valioso carácter diagnóstico para algunos grupos. La separación del caparazón, fuertemente calcificado de Brachyura, se realiza con cortes mediante fuertes y finas tijeras, comenzando por el margen posterior y luego, a una distancia aproximada de 1 a 5 mm por encima del margen dorsolateral de cada lado, hasta el margen anterior a la altura de las órbitas.

En caso de ser necesario, se aplican técnicas de clarificación con tolueno y xileno que tienden a hacer a los especímenes más frágiles, y frecuentemente son difíciles de adaptar a muchos crustáceos, debido a que requieren de una deshidratación previa. Algunos carcinólogos recomiendan clarificar y montar en forma semipermanente los especímenes en glicerina y alcohol 50% en partes iguales. Otros recomiendan el uso de ácido láctico, lactofenol o deshidratación con ácido acético glacial y montaje en bálsamo de Canadá.

Los colorantes usados son rosa de lignina, fucsina ácida de Mallory y negro de clorazol. Si los especímenes han sufrido una parcial deshidratación, se aconseja el uso de una solución al 2% de fosfato trisódico en agua destilada que devuelve la flexibilidad de los apéndices.

### Clave de las familias de Amphipoda, Isopoda y Decapoda bentónicos e intersticiales de América del Sur

- 1a- Sin caparazón. Primer somito torácico fusionado a la cabeza, primer par de apéndices torácicos modificado como maxilípedos. 7 somitos torácicos libres. Apéndices torácicos de las hembras con oostegitos. Ojos sésiles o ausentes. .... Ordenes Isopoda y Amphipoda 2
- 1b- Con caparazón soldado dorsalmente a todos los segmentos del tórax, que se extiende lateralmente para formar la cámara branquial. 3 primeros pares de apéndices torácicos modificados como maxilípedos. Apéndices torácicos de la hembra sin oostegitos. Ojos pedunculados ..... Orden Decapoda ..... 9
- 2a- Cuerpo más o menos deprimido dorsoventralmente. Telson fusionado al menos con el último somito abdominal (pleotelson). Apéndices branquiales, si están presentes, unidos a los apéndices abdominales. 5 pares de pleópodos, los 3 primeros pares nunca con ramas multiarticuladas, 1 par de urópodos ..... Isopoda ..... 3
- 2b- Cuerpo comprimido lateralmente (excepto Corophidae). Telson no fusionado al último somito abdominal. Apéndices branquiales unidos a los apéndices torácicos. 3 pares de pleópodos y con ramas multiarticuladas. 3 pares de urópodos con 1 o 2 artejos ..... Amphipoda ..... 5



- 3a- Urópodos anplios unidos al último somito abdominal en posición lateral, cerca de la base. Abdomen de 2 segmentos ..... **Sphaeromatidae**  
Epigeos. Representada por *Pseudosphaeroma platense* (Giambiagi) (fig. 23) y *Basphaeroma rhombifrontale* (Giambiagi). Son comunes en el delta del río Paraná, Argentina y playas arenosas del río de La Plata, Argentina.
- 3b- Urópodos insertos al último somito abdominal en posición terminal o subterminal ..... 4
- 4a- 1º Par de pleópodos de los machos grandes y con la porción basal fusionada medialmente, cubriendo todos los otros pleópodos. Pereópodos con coxas anulares y terminados en 3 uñas ..... **Protojaniridae**  
Una especie intersticial, en hiporreico, *Cuyojanira riojana* Grosso (fig. 22) en La Rioja, Argentina.
- 4b- 1º par de pleópodos de los machos fusionado en una estructura angosta que forma junto con el 2º par, de estructura laminar, los sistemas opercular y copulatorio. Pereópodos terminados en 1 o 2 uñas ..... **Janiridae**  
Epigeos. Solo se registra *Heteris (Fritziaria) exul* (Müller) (fig. 21), distribuida en el Sur de Brasil (Santa Catarina y São Paulo), delta del Paraná, Argentina y Región de Los Lagos, Chile.
- 5a- Gnatópodos 1 y 2 carposquelados o carposubquelados (ver tabla 1) sin dimorfismo sexual. Placas coxales de los pereópodos rudimentarias. Pleópodos muy reducidos, unirramos. Urópodos: el 2º y 3º a veces ausentes en los machos, generalmente el 2º más largo que el 1º. 3º urópodo muy pequeño, rama diminuta. 3 pares de oostegitos, rudimentarios o ausentes ..... **Ingolfiellidae**  
Intersticiales, con 3 especies de *Ingolfiella* Hansen (fig. 20) de la Argentina, Perú y Chile.
- 5b- Gnatópodos 1 y 2 subquelados (ver tabla 1), generalmente con dimorfismo sexual. Placas coxales de los pereópodos generalmente bien desarrolladas. Segmentos abdominales bien desarrollados y con apéndices, o urosoma corto y segmentos fusionados. Pleópodos desarrollados. Urópodos 1º y 2º birramos. 1º urópodo más largo que el 2º. Con 4 pares de oostegitos en los pereópodos 2-5 ..... 6
- 6a- Placas coxales fuertemente reducidas en altura y no contiguas. Pleópodos variados, con los pedúnculos ensanchados o ramas internas faltantes o vestigiales ..... 8
- 6b- Placas coxales bien desarrolladas. Ambas ramas de los pleópodos presentes. Con branquias coxales en los pereópodos 2 y 3. Oostegitos bien desarrollados ..... 7
- 7a- Con palpo mandibular. Antena 1 con flagelo accesorio vestigial. 3º urópodo con 2 ramas. Ojos ausentes ..... "Gammaridea" sudamericanos  
Epigeos con 2 géneros monotípicos: *Falklandella* Schellenberg y *Preafalklandella* Stock y *Platvoos* (fig. 5), procedentes de arroyos y pozos de las Islas Malvinas.
- 7b- Sin palpo mandibular. Antena 1 sin flagelo accesorio. 3º urópodo muy reducido, unirramoso. Ojos presentes (excepto en cavernícolas) ..... **Hyalellidae**  
Epigeos, con un total aproximado de 40 especies de *Hyalella* Smith (figs. 2, 3, 6-18), de distribución neotropical y sólo unas pocas especies neárticas. Con registros desde Canadá hasta Tierra del Fuego, incluidas Islas Malvinas. Para América Central y del Norte se han

- reportado 6 especies, de las cuales *H. azteca* (Saussure) cuenta con numerosas citas también para América del Sur, muchas de las cuales son dudosas. El lago Titicaca es un importante centro de endemismo de 11 especies: *H. lucifugar* (Faxon), *H. cuprea* (Faxon), *H. echina* (Faxon), *H. longipalma* (Faxon), *H. longipes* (Faxon), *H. armata* (Faxon), *H. latimana* (Faxon), *H. monforti* Chevreux, *H. nevadensis* Chevreux, *H. robusta* Chevreux y *H. solida* Chevreux. *H. curvispina* Shoemaker (figs. 6-18) tiene una amplia distribución, alcanzando hacia el norte a Río de Janeiro y Cuzco y hacia el sur abarca toda la Patagonia, incluyendo Islas Malvinas.
- 8a- Ambas antenas bien desarrolladas. Flagelo accesorio de la antena 1 generalmente de 1-3 artejos. Pleópodos con la rama interna multiarticulada, uniarticulada o ausente. Segmentos del urosoma bien desarrollados. 3º urópodo más largo que el 2º y con ambas ramas fuertes y espinosas ..... **Bogidiellidae**  
Intersticiales en hiporreico y cavernas, con los géneros *Bogidiella* Hertzog (Argentina, Brasil, Ecuador, Venezuela), *Pseudobogidiella* Noodt (Chile), *Marigidiella* Stock (Brasil), *Megagidiella* Koeneemann & Holsinger (Brasil) (fig. 19), *Spelaeogammarus* Silva Brum (Brasil), *Patagongidiella* Grosso & Fernández (Argentina) y *Eobogidiella* Karaman (Argentina).
- 8b- Ambas antenas cortas, el pedúnculo de la 2 es frecuentemente muy grande y sexualmente dimórfico. Sin flagelo accesorio en las antenas. Pleópodos muy modificados, pedúnculos ensanchados y ramas desiguales. Urosoma corto y frecuentemente con segmentos fusionados. Gnatópodos setosos, participan de la filtración del alimento. Pereópodos 1 y 2 glandulares. Urópodos: 1º y 2º de ramas cortas, el 3º más corto que el 2º. Cuerpo deprimido dorsoventralmente. .... **Corophiidae**  
Epigeos, hacen tubos en la arena con la pared interna cementada por secreciones. Representada por *Corophium rioplatense* Giambiagi (fig. 4), del Río de La Plata, Argentina y *Paracorophium hartmannorum* Andres, de Chile.
- 9a- Cuerpo comprimido lateralmente, caparazón cilíndrico, con forma de "camarón", abdomen bien desarrollado con los pleópodos de función principalmente natatoria y con *appendix interna* (fig. 25) en los últimos 4 pares. 2º somito del pleon con el epímero ancho (fig. 24) que cubre a los del 1º y 3º somitos. Sin quelas en el pereópodo 3. Filobranquias. Antena 1 con 3 flagelos. Pereópodo 2 más largo que el 1. Pereópodos sin epipoditos ..... **Palaemonidae**  
Epigeos, en general de hábitos pelágicos. Seis géneros y aproximadamente 32 especies, ampliamente distribuidas, pertenecientes a las subfamilias *Palaemoninae* y *Euryrhynchinae* (Incluye *Euryrhynchus* Miers endémico de las cuencas Amazonas-Orinoco).
- 9b- Cuerpo no comprimido, generalmente deprimido, con forma de "cangrejo" o "langosta", abdomen desarrollado o imperfectamente desarrollado. Pleópodos modificados o sin función natatoria ..... 10
- 10a- Cuerpo con forma de "langosta", abdomen desarrollado, simétrico. 3 primeros pares de pereópodos quelados. Urópodos grandes, forman un abanico caudal con el telson. Primer par de pleópodos ausente. Pleópodo 2 no modificado en los machos. Telson no dividido completamente por una sutura transversa ..... **Parastacidae**

Epigeos. Tres géneros: *Parastacus* Huxley, *Samastacus* Riek y *Viridistacus* (Riek) y 8 especies. Están restringidos a los territorios australes de América del Sur, en sólo 2 áreas circunscriptas: Sur de Chile y parte de la Argentina por un lado y desde Uruguay y la región adyacente de Río Grande do Sul, Brasil (30°-35°S). El límite norte de las langostas en Chile es Valparaíso (cerca de 33°S).

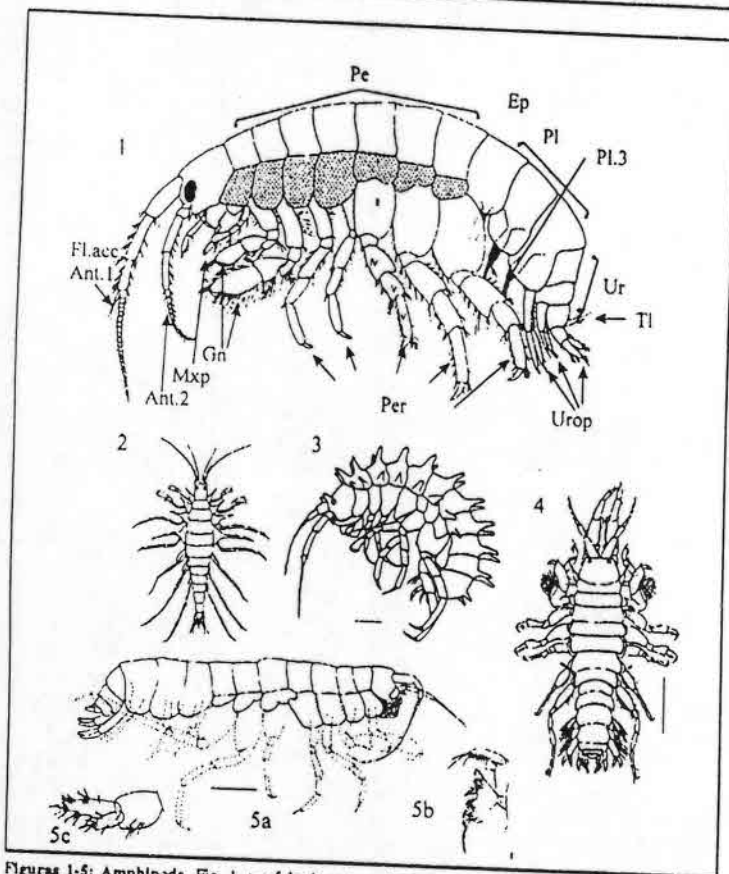
- 10b- Cuenca con forma de "cangrejo", abdomen imperfectamente desarrollado o modificado. Pereópodo 3 nunca quelado ..... 11
- 11a- Caparazón no fusionado al epistoma (placa transversa anterior al área bucal). Abdomen simétrico, corto y flexionado debajo del tórax. Pereópodo 5 muy reducido, funciona como limpiador de las branquias y frecuentemente no es visible externamente. Pleópodos reducidos o ausentes. Ojos mediales a las antenas. Urópodos y telson bien desarrollados ..... **Aeglidae**
- Epigeos. Representada por 59 especies de *Aegla* Leach (figs. 30-32). Exclusivamente neotropical, distribuidos en Brasil, Uruguay, Argentina, Paraguay, Bolivia y Chile. Límite norte de distribución en São Paulo, Brasil y límite sur en provincia de Última Esperanza, Chile.
- 11b- Caparazón fusionado al epistoma. Pereópodo 5 similar a los precedentes, participa en la locomoción. Pleópodos 3 al 5 masculinos reducidos o ausentes. Ojos laterales a las antenas. Sin urópodos ..... 12
- 12a- Caparazón generalmente cuadrado, con la parte anterior ancha y los lados rectos. Órbitas en o cerca del ángulo anterolateral del caparazón. Cavidad bucal cuadrada. Maxilípodo 3 no cubre la boca ..... **Grapsidae**
- Epigeos. Representada por *Sesarma* Say, *Chasmagnathus* Dana y *Cyrtograpsus* Dana, con un total aproximado de 14 especies.
- 12b- Caparazón subcircular o más ancho que largo. Maxilípodo 3 cubre a la boca ..... 13
- 13a- Ambos pares de antenas desarrolladas. Maxilípodo 3 con flagelo que se articula con el lado interno del mero, mero mucho más largo que ancho, exopodito desarrollado ..... **Trichodactylidae**
- Epigeos. Se conocen 12 géneros y cerca de 40 especies, distribuidas en las principales cuencas al este de la cordillera de los Andes (Amazonas, Orinoco, Magdalena, Paraguay-Paraná), zonas costeras de Guayanas y Brasil, y el noroeste argentino. Las áreas de mayor concentración de especies son las Cordilleras de Colombia, las costas de Venezuela y las Guayanas, las zonas montañosas de Ecuador y Perú y la cuenca del Amazonas. A excepción de 2 especies cuyas áreas de distribución se extienden hasta Nicaragua y Trinidad, son endémicos de América del Sur.
- 13b- Ambos pares de antenas reducidas. Maxilípodo 3 sin flagelo, mero ancho y exopodito reducido ..... **Pseudothelphusidae**
- Epigeos. Incluye cerca de 17 géneros y 90 especies distribuidas en arroyos de montaña de Perú, Ecuador, Colombia, Venezuela, Guayanas, Islas del Caribe y México. Con excepción de 3 especies, no se extienden al sur del río Amazonas.

## BIBLIOGRAFÍA

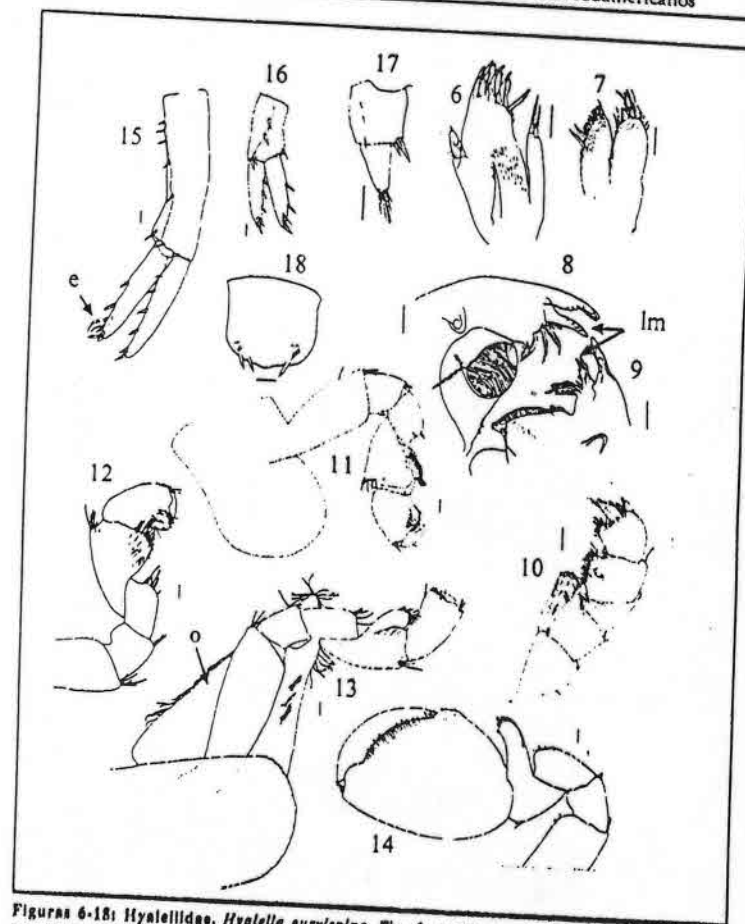
- Bachmann, A. 1953. Camarones de río (Palaemonidae). Ichthys, 1 (2): 71-74.
- Bahamonde, N. 1958. Sobre la validez taxonómica de *Parastacus nicolei* (Philippi), 1882 y algunos aspectos de su biología (Crustacea, Decapoda, Macrura). Invest. Zool. Chilenas 4: 183-198.
- Bahamonde, N. y M. T. López B. 1963. Decapodos de Aguas continentales en Chile. Invest. Zool. Chilenas 10: 123-149.
- Bond-Buckup, G. y L. Buckup. 1994. A Familia Aeglidae (Crustacea, Decapoda, Anomura). Arq. Zool. 32 (4): 159-346.
- Boschi, E. 1981. Decapoda Natantia, pp. 1-61. En: R. A. Ringuelet (dir.), Fauna de Agua Dulce de la República Argentina 26. FECIC, Buenos Aires.
- Bott, R. 1969. Die Süßwasserkrabben Süd-Amerikas und ihre Stammesgeschichte. Abh. Senck. Natur. Ges. 518: 1-94.
- Bousfield E. 1996. A contribution to the reclassification of neotropical freshwater hyalellid amphipods (Crustacea: Gammaridea, Talitroidea). Bull. Mus. Civ. St. Nat. Verona 20, (1993): 175-224.
- Bowman, T. E. and L. G. Abele. 1982. Classifications of the recent Crustacea, pp. 1-27. In: D. E. Bliss and L. G. Abele (eds.), The Biology of Crustacea, vol. 1. Systematics, the Fossil Record, and Biogeography. Academic Press, New York.
- Bueno, A. A. de P. y G. Bond-Buckup. 1999. Dinámica poblacional de *Aegla platensis* Schmitt, 1942 (Crustacea: Decapoda: Aeglidae). Resúmenes del IV Taller sobre Cangrejos y Cangrejales y I Jornadas Argentinas de Carcinología, Buenos Aires, Argentina: 12.
- Cassat, M. y F. Momo. 1999. Dinámica de anfípodos asociados a macrofitas en el arroyo Las Flores (afluente del río Luján). Resúmenes XIX Reunión Argentina de Ecología, Tucumán, Argentina: 43.
- Cavallieri, F. 1968. *Hyalella pampeana* sp. n., una nueva especie de anfípodo de agua dulce (Gammaridea: Hyalellidae). Neotropica 14: 107-117.
- Collins, P. 1998. Laboratory evaluation of the freshwater prawn, *Macrobrachium borellii*, as a predator of mosquito larvae. Aquatic Science 60 (1): 22-27.
- Della Valle, A. 1893. Gammarini de Golfo di Napoli. Fauna und Flora des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeres-Abschnitte, Monographie 20, 948 pp.
- Dejoux, C. 1991. Los anfípodos, pp. 353-362. En: C. Dejoux y A. Illis (eds.), El Lago Titicaca. Síntesis del conocimiento limnológico actual. ORSTOM y HISBOL, La Paz, Bolivia.
- Faxon, W. 1876. Exploration of Lake Titicaca, by Alexander Agassiz and S. W. Garman. IV. Crustacea. Bull. Mus. comp. Zool., 3: 361-375.
- Faxon, W. 1898. Observations on the Astacidae in the United States National Museum and in the Museum of Comparative Zoology, with descriptions of new species. Proc. U. S. Nat. Mus. 20: 643-694.
- Freedman, M., P. M. Cunningham, J. E. Schindler and M. J. Zimmerman. 1980. Effect of lead speciation on toxicity. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 24: 389-393.
- Giambiagi, D. 1922. Cuatro nuevos isópodos de la Argentina. Physis (Buenos Aires) 5 (20): 230-244.
- Giambiagi, D. 1926. Un nuevo anfípodo de agua dulce del género *Corophium*. An. Mus. Nac. Hist. Nat. Bernardino Rivadavia, Carcinol. 34 (10): 137-143.
- Gomes-Correa, M. M. 1977. Palaemonidae do Brasil (Crustacea, Decapoda, Natantia). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Grosso, L. E. 1992. Protojaniridae (Isopoda Asellota) en aguas intersticiales continentales de América del Sur. *Cuyoanira riojana* n. gen. n. sp. Stygologia, 7 (2): 119-125.
- Grosso, L. y M. Penla. 1999. Anfípodos de agua dulce sudamericanos. Revisión del género *Hyalella* Smith. I. Acta zool. Lill. 45 (1): 79-98.
- Guerra, J. A. de y A. Guerra. 1976. Especies de camarones de los ríos norteros del Perú y su distribución. Ministerio de Pesquería, División de Investigaciones Hidrobiológicas (Lima), Pub. N° 24, 58 pp.

- Hobbs, H. H. Jr. 1974. Synopsis of the families and genera of crayfishes (Crustacea: Decapoda). Smith. Contr. Zool. 164: 1-32.
- Hobbs, H. H. Jr. 1991. A new assignment for a South American crayfish (Decapoda: Parastacidae) with revised diagnoses of the South American genera and comments on the parastacid mandible. Proc. Biol. Soc. Wash. 104 (4): 800-811.
- Holsinger, J. R. 1981. Amphipoda, 36-40. En: Hurlbert S. (ed.). Aquatic Biota of Tropical South America, Part 1. Arthropoda. San Diego State University, San Diego, California.
- Holsinger, J. R. 1994. Amphipoda, pp 147-163. En: C. Juberthie et V. Decu (eds.). Encyclopaedia Biospeologica. Société de Biospéologie, Moulis, Bureaux.
- Holdhuis, L. B. 1952. A general revision of the Palaemonidae (Crustacea, Decapoda, Natantia) of the Americas. II. The subfamily Palaemoninae. Oecs. Pap. Alln Hancock Foundation 12: 1-396.
- Holdhuis, L. B. 1966. A collection of freshwater prawns (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) from Amazonia, Brazil, collected by Dr. G. Marlier. Bull. Inst. r. Sci. Nat. Belg. 42: 1-11.
- Jara, C. 1996. Taxonomía, Sistemática y Zoogeografía de las especies chilenas del género *Aegla* Leach (Crustacea: Decapoda: Anomura: Aeglidae). Concepción, Chile. Tesis de doctorado.
- Kaestner, A. 1970. Invertebrates Zoology. Crustacea. Vol. 3. Interscience Publishers, New York.
- Koenemann, S. and J. Holsinger. 1999. *Megagidiella azul*, a new genus and species of cavernicolous amphipod crustacean (Bogidiellidae) from Brazil, with remarks on its biogeographic and phylogenetic relationships. Proc. Biol. Soc. Wash. 112 (3): 572-580.
- Lopretto, E. 1976. Morfología comparada de los pleópodos sexuales masculinos en los Trichodactylidae de la Argentina (Decapoda, Brachyura). Limnobiós (La Plata) 1 (3): 67-94.
- Lopretto, E. 1980. Clave para la identificación de las especies del género *Aegla* de la República Argentina en base al estudio comparativo del quinto par de pereópodos masculinos (Crustacea Anomura Aeglidae). Limnobiós (La Plata) 1 (10): 431-436.
- Lopretto, E. 1995. Crustacea Eumalacostraca, pp 1001-1039. En: E. Lopretto y G. Tell (eds.) Ecosistemas de aguas continentales. Metodologías para su estudio. Ediciones Sur, Argentina.
- Magalhães, C. and N. Medeiros. 1998. The larval development of palaemonid shrimps from the Amazon region reared in the laboratory. VII. Abbreviated development of *Pseudopalaemon amazonensis* Ramos-Porto, 1979 (Crustacea: Decapoda: Caridea). Acta Amazonica 28(4): 433-448.
- McLaughlin, P. A. 1980. Malacostraca, pp. 59-158. En: Comparative Morphology of Recent Crustacea. W. H. Freeman and Company, San Francisco.
- Momot, W. T. 1995. Redefining the role of crayfish in aquatic ecosystem. Rev. Fish. Sci. 3: 33-63.
- Noodt, W. 1961. Estudios sobre crustáceos chilenos de aguas subterráneas. II. Nueva *Ingolfiella* de Aguas Subterráneas Lituicas de las Lomas de Paposo en el Norte de Chile (Crustacea, Amphipoda). Invest. Zool. Chilenas 7: 7-16.
- Oliveira, L. P. H. 1953. Crustacea Amphipoda do Rio de Janeiro. Mem. Inst. Oswaldo Cruz, 51: 289-376.
- Parkyn, S. M., C. F. Rabeni and K. J. Collier. 1997. Effects of crayfish (*Paranephrops planifrons*: Parastacidae) on in-stream processes and benthic faunas: a density manipulation experiment. N. Z. J. Mar. Fresh. Res. 31: 685-692.
- Riek, E. 1971. The freshwater crayfishes of South America. Proc. Biol. Soc. Washington, 84 (16): 129-136.
- Ringuet, R. A. 1948a. Una nueva *Aegla* del Nordeste argentino (Decapoda, Anomura). Not. Mus. La Plata, 13 (111): 203-208.
- Ringuet, R. A. 1948b. Los Cangrejos argentinos del género *Aegla* de Cuyo y La Patagonia. Rev. Mus. La Plata (N. S.) Zool. 5: 297-349.
- Ringuet, R. A. 1949a. La morfología y el mecanismo de sujeción de las crías de *Parastacus agassizi* Faxon. Not. Mus. La Plata 14 (117): 55-59.
- Ringuet, R. A. 1949b. Los anomuros del género *Aegla* del noroeste de la República Argentina. Rev. Mus. La Plata (N. S.) Zool. 6: 1-45.
- Ringuet, R. A. 1949c. Camarones y Cangrejos de la Zona de Goya. Not. Mus. La Plata, Zool. 14 (119): 79-109.

- Ringuet, R. A. 1949d. Consideraciones sobre las relaciones filogenéticas entre las especies del género *Aegla* Leach (Decapoda, Anomura). Not. Mus. La Plata 14 (120): 109-121.
- Ringuet, R. A. 1959a. Identificación de los crustáceos Anomuros del género *Aegla* de la República de Bolivia. Actas y Trab. I Congr. Sudamer. Zool. 2: 245-249.
- Ringuet, R. A. 1959b. Notas sobre *Aegla* de Argentina y Paraguay (Crust. Decap. Anomura). Physis. Secc. A, 21 (61): 231-239.
- Rodríguez, G. 1980. Los Crustáceos Decapodos de Venezuela. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Caracas.
- Rodríguez, G. 1981. Decapoda, pp 41-50. En: S. H. Hurlbert, G. Rodríguez y N. D. Dos Santos (eds.). Aquatic Biota of Tropical South America, part. 1: Arthropoda. San Diego State University, San Diego, California.
- Rodríguez, G. 1986. Centers of radiation of freshwater crabs in the Neotropics, pp 51-67. In: R. H. Gore & K. L. Heck (eds.). Crustacean Biogeography. A. A. Balkema, Rotterdam.
- Rodríguez, G. 1992. The freshwater crabs of America. Family Trichodactylidae and Supplement to the Family Pseudothelphusidae. Fauna Tropica XXXI, ORSTOM, 189 pp.
- Rodríguez, G. and H. Díaz. 1981. New species of freshwater crabs from the Andes (Decapoda, Pseudothelphusidae). Senckenbergiana Biol. 61: 305-312.
- Schellenberg, A. 1943. Süßwasseramphipoden (Crust.). Beitr. zur Fauna Peru, 2: 217-223.
- Schmitt, W. L. 1942. The species of *Aegla*, endemic South American fresh-water crustaceans. Proc. U. S. Nat. Mus. 91 (3132): 431-520.
- Stevenson, M. and A. Peden. 1973. Description and Ecology of *Hyaella texana* n. sp. (Crustacea: Amphipoda) from the Edwards Plateau of Texas. Amer. Midl. Natur., 89 (2): 426-436.
- Smalley, W. L. and G. Rodríguez. 1972. Trichodactylidae from Venezuela, Colombia y Ecuador (Crustacea, Brachyura). Tulane Stud. Zool. and Bot., 17: 41-55.
- Stock, J. H. and D. Platvoet. 1991. The freshwater Amphipoda of the Falkland Islands. Jour. Nat. Hist., 25: 1469-1491.
- Taberner, R. 1981. Isopoda, pp. 1-4. En: Hurlbert S. (ed.) Biota Acuática de América del Sur Austral, Addenda et Corrigenda. San Diego State University, San Diego, California.
- Taberner, R. 1982. Redescrípción de *Fritillaria exul* (Müller, 1892) (Isopoda, Janinidae). Physis (Buenos Aires) B 41 (100): 19-23.

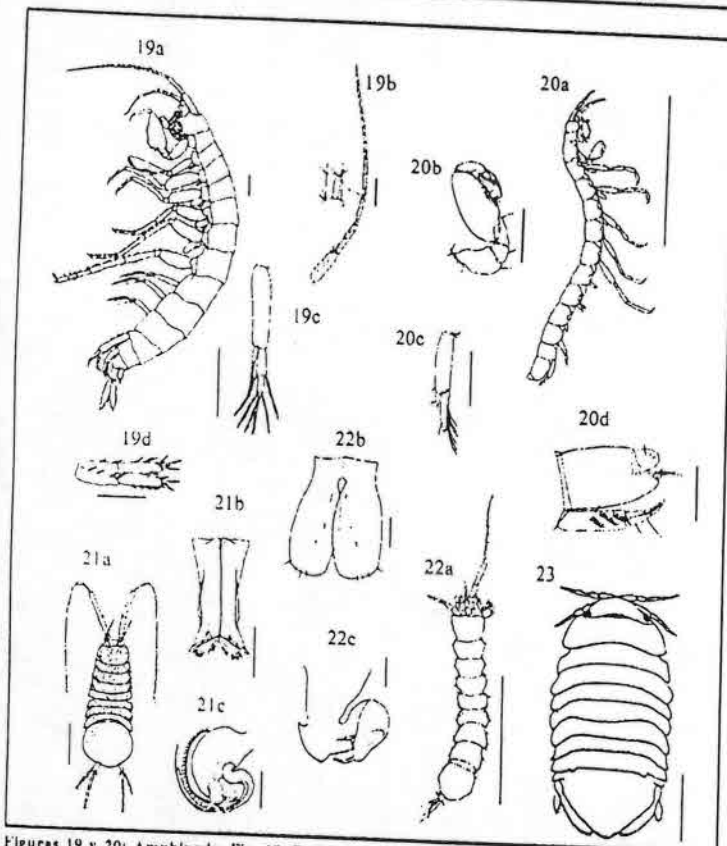


Figuras 1-5: Amphipoda. Fig. 1, morfología externa de Gammaridea. Pe= pereon, Ep= epímero, Pl= pleon, Pl 3= pleópodo 3, Ur= urosoma, Tl= telson, Urop= urópodos, Per= pereópodos, Gn= gnatópodos, Mxp= maxilípodo, Ant 2= antena 2, Fl. acc. Ant. 1= flagelo accesorio de la antena 1, Im= placa coxal, Il= basia, III= isquion, IV= meros, V= carpo, VI= propodo, VII= dactilo. Figs. 2-3, Hyalellidae. 2, *Hyalella armata*, vista dorsal; 3, *Hyalella echina*, vista lateral (escala 1 mm). Fig. 4, Corophiidae, *Corophium rioplatense* (escala 1 mm). Fig. 5, Gammaridae, *Falklandella obtusa*, 5a, hembra vista lateral (escala 1 mm); 5b, mandíbula derecha (escala 0,2 mm); 5c, urópodo 3. Fig. 2 modificada de Faxon (1876); 3 modificada de Dejours (1991); 4 de Giambiagi (1926); 5 de Stock y Platvoet (1991).

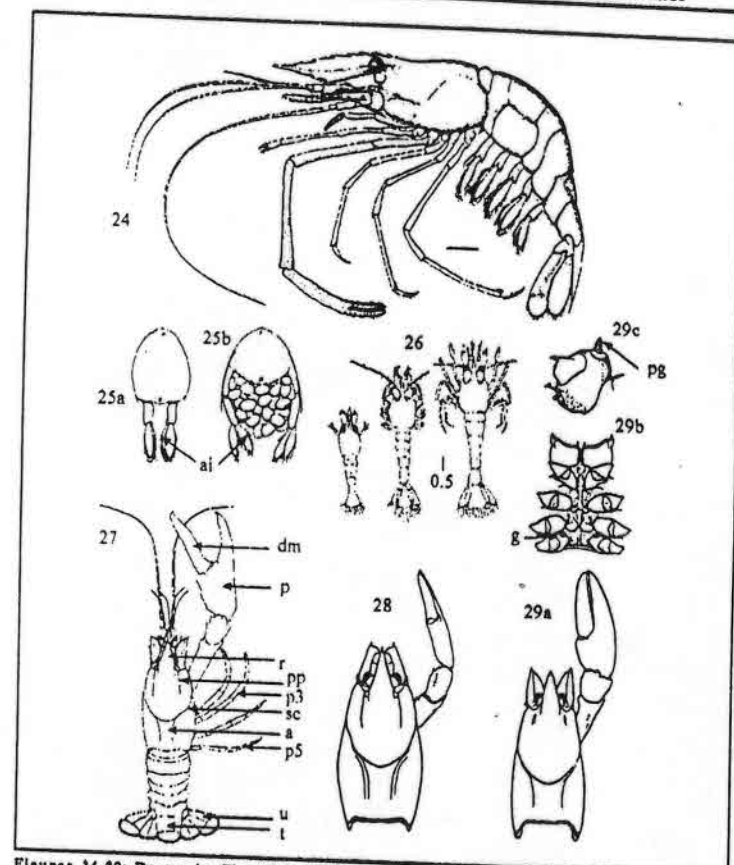


Figuras 6-18: Hyalellidae, *Hyalella curvispina*. Fig. 6, maxila 1 macho; 7, maxila 2 macho; 8, mandíbula izquierda macho; 9, mandíbula derecha macho, Im= lacinia mobilis; 10, maxilípodo macho; 11, gnatópodo 1 hembra; 12, gnatópodo 1 macho; 13, gnatópodo 2 hembra, o= oostegito; 14, gnatópodo 2 macho; 15, urópodo 1 macho, e= espina curva; 16, urópodo 2 macho; 17, urópodo 3 macho; 18, telson macho (escala 0,1 mm). Figs. 6-18 de Grosso y Peralta (1999).

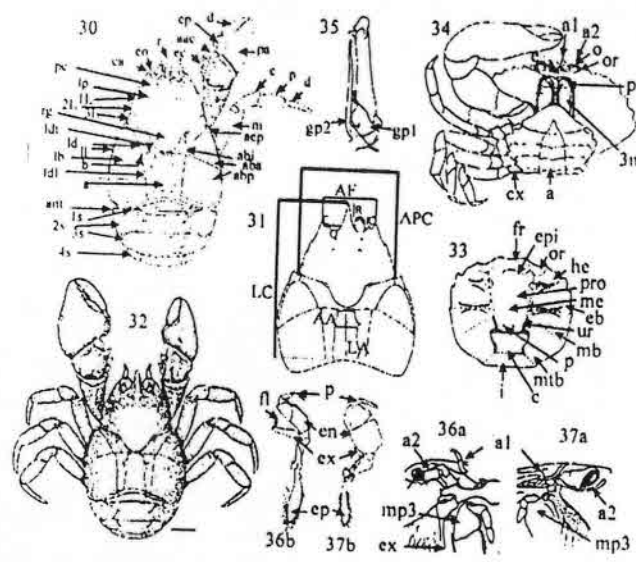




Figuras 19 y 20: Amphipoda. Fig. 19, Bogidiellidae, *Megagidiella azul*, 19a, hembra vista lateral; 19b, antena 1; 19c, pleópodo, 19d, urópodo 3. Fig. 20, Ingolfiellidae, *Ingolfiella* sp. macho, vista lateral; 20b, *I. manni*, gnatópodo hembra (escala 0,1 mm); 20c, *I. manni*, urópodo hembra (escala 0,1 mm). Figuras 21-23: Isopoda. Fig. 21, Janiridae, *Heteris (Fritillaria) azul*; 21a, hembra vista dorsal; 21b, pleópodo 1 macho (escala 0,3 mm); 21c, pleópodo 2 macho (escala 0,3 mm). Fig. 22, Protojaniridae, *Cuyojanira riojana*; 22a, macho vista dorsal; 22b, pleópodo 1 macho (escala 0,1 mm); 22c, pleópodo 2 macho (escala 0,1 mm). Fig. 23, Sphaeromatidae, *Pseudosphaeroma platense* vista dorsal. Excepto que se indique lo contrario (escala 1 mm). Fig. 19 de Koenemann y Holsinger (1999); 20 de Noodt (1961); 21 de Taberner (1982); 22 de Grosso (1992); 23 de Giambiagi (1922).



Figuras 24-29: Decapoda. Figs. 24-26: Palaemonidae. 24, *Macrobrachium borellii*, macho vista lateral (escala 5 mm); 25, *M. borellii*, esquema corte transversal pleon a la altura del 2º par de pleópodos; 25a, 1º estadio; 25b, 4º estadio; 26, 6º estadio (escala 0,5 mm). Fig. 27, Astacidae, esquema vista dorsal, a= areola, dm= dedo móvil, pm= palma, pp= pliegue postorbital, p3= 3º pereópodo, p5= 5º pereópodo, r= rostro, sc= surco cervical, t= telson, u= urópodo. Fig. 28 y 29: Parastacidae; 28, *Parastacus variolosus* macho, cefalotórax y quela; 29, *Samastacus spinifrons* macho; 29a, cefalotórax y quela; 29b, esternon; g= gonoporo; 29c, coxa del 5º pereópodo, pg= papila genital con anillo calcificado. Figs. 24-26: de Boschi (1981); 28 y 29: de Riek (1971).



**Figuras 30-37: Decapoda. Figs. 30-32: Anomura Aeglidae; 30, *Aegla*, vista dorsal del caparazón y pereopódos 1 y 2; 1L, 2L y 3L = 1°-3° lóbulos hepáticos, 1s, 2s, 3s, 4s = 1°-4° somitos abdominales, a = aurícula, aac = ángulo antero-lateral interno carpo, aba = área branquial anterior, abi = área branquial interior, abp = área branquial posterior, acp = área epi-branquial, ant = ángulo ant. del margen ventral del pímbero, b = barra, c = carpo, cpe = crista palmar, d = dactilo (dedo móvil de la uela), eac = espina antero-lateral, ec = espinas longitudinal, ldt = línea dorsal transversa, ll = línea aeglia lateral, lp = lóbulo protogástrico, mc = meros, p = propodo, pa = palma, pc = prominencia epigástrica, rg = rostro, rgr = rg. gástrica; 31, *Aegla* esquema de los parámetros morfométricos, AA = ancho auréola, AF = ancho frente, APC = ancho pre-cervical, C = largo máx. cómica, E = ancho seno extra-orbital, LA = largo auréola, LC = largo caparazón, O = ancho órbita, R = largo distal rostro; 32, *A. intercalata*, macho vista dorsal (escala 5 mm). Figs. 33, 34, 36: Brachyura Trichodactylidae; 33, vista dorsal del caparazón con sus áreas, c = cardíaca, cb = epi-branquial, epi = epigástrica, fr = frontal, he = hepática, i = intestinal, mb = mesobranquial, me = mesogástrica, mb = metabranquial, or = orbital, p = foseta postgástrica, pro = protogástrica, ur = urogástrica; 34, vista ventral con los pereopódos (izquierdos removidos, 3m = 3° maxilipédo, a1 = antena 1, a2 = antena 2, a = abdomen, ex = coxa, e = epístoma, o = ojo, or = órbita, p = palpo del 3° maxilipédo, a1 = antena 1, a2 = antena 2, ex = exopodito del 3° maxilipédo, mp3 = 3° maxilipédo; 36b, 3° maxilipédo, p = palpo, en = endopodito, ep = epipodito, fl = flagelo. Figs. 35 y 37: Pseudotohiphidae; 35, *Microthelphusa bartensis*, pleópodos macho, gp1 y gp2 = gonopodo 1 y 2; 37a, área bucal, vista frontal; 37b, 3° maxilipédo. Figs. 30-32 de Bond-Buckup y Buckup (1994); 33 de Rodríguez (1992); 34 modificado de Kaestner (1970); 35 de Rodríguez (1980); 36 y 37 modificado de Rodríguez (1986).**

[illegible]

*Morotoga externa* básica de Amphipoda Gammaridea e Isopoda de vida livre.



INFRACORDEN	CARIDEA	ASTACIDEA	ANOMURA	BRACHIYURA
Captación	Cilíndrico, lateralmente comprimido	Subcilíndrico o subovoide	Forma variable, no fusionado al epistoma	Corto y ancho, fusionado al epistoma
Ojos	Pedunculados compuestos	Pedunculados compuestos	Pedunculados compuestos	Pedunculados compuestos
Antena 1	Pedúnculo: 3-5 segm. 2 o 3 flagelos, con esclerocito (escama)	Pedúnculo: 3 segm. 2 flagelos	Pedúnculo: 3 segm. 2 flagelos	Pedúnculo: 3 segm., flagelo reducido o ausente
Antena 2	Pedúnculo: 5 segm. y esclerocito (escama)	Pedúnculo: 5 segm., con o sin esclerocito	Pedúnculo: 5-6 segm., exopodito generalmente reducido	Pedúnculo: 1-2 segm., flagelo corto o ausente
Mandíbulas	Con o sin palpo	Generalmente con palpo, sin lacinia mobilis	Con o sin palpo, sin diferenciación entre proceso molar e incisivo	Con o sin palpo, sin diferenciación entre proceso molar e incisivo
Maxilas 1	2 enditos, con palpo	2 enditos, con palpo	2 enditos, con palpo	2 enditos, por lo general con palpo
Maxilas 2	2 enditos, distal bilobulado, 1 endopodo, 1 exopodo (escapocoma)	2 enditos bilobulados, 1 endopodo y 1 exopodo	2 enditos bilobulados, 1 endopodo y 1 exopodo	2 enditos bilobulados, 1 endopodo y 1 exopodo
Maxilípedos (3 pares)	1° con endopodo de pocos segmentos	1° con endopodo de pocos segmentos, 3° generalmente con crista dentada en el isquion	Generalmente con flagelos, a veces ausente en el 1°, usualmente no operculados	Flagelos reducidos o ausentes, 3° a menudo con isquion y meros achatados y operculados
Apéndices torácicos (5 pares)	1° y 2° quelados, 3° no quelado	1°, 3° quelados, 5° a veces quelado	Usualmente 1° quelado, 4° y 5° quelados o reducidos	1° quelado, 4° y/o 5° a veces subquelados
Apéndices abdominales: pleópodos (pl) y urópodos (ur)	5 pares de pl. birramosos, por lo general con appendix masculina y appendix interna, 1 par de ur. birramosos	4 o 5 pares de pl. uni o birramosos, 1° y 2° con estructuras copulatorias o el 2° con appendix masculina, 1 par de ur. birramosos	Pl. reducidos, raramente bien desarrollados, 1 par de ur. reducidos, modificados o ausentes	4°: 1° o 2° par de pl. no modificados (gonopodos), 3°-5° ausentes, 6°: 2°-5° desarrollados, a veces el 1° desarrollado, Por lo general sin ur.
Telson	Forma abanico con ur.	Forma abanico con ur.	Ocasionalmente reducido o ausente	Generalmente reducido
Caracteres sexuales	♀: gonoporos en coxas del 3° per. Huevos llevados por los pl. ♂: gonoporos en coxas del 5° per.	♀: gonoporos en coxas del 3° per. y con receptáculo terminal. ♂: gonoporos en coxas del 5° per.	♀: gonoporos en coxas del 3° per., a veces con cámara de cría. ♂: gonoporos en coxas del 5° per., a veces con tubo sexual	♀: gonoporos en coxas o esternito del 3° per. ♂: gonoporos en coxas del 5° per. Primer y 2° par de pl. por lo general son gonopodos.

Principales caracteres morfológicos externos y regiones del cuerpo de Decapoda Caridea, Astacidea, Anomura y Brachyura.



La presente publicación se terminó de imprimir en los  
Talleres de la Imprenta Central  
de la Universidad Nacional de Tucumán

JULIO DE 2001

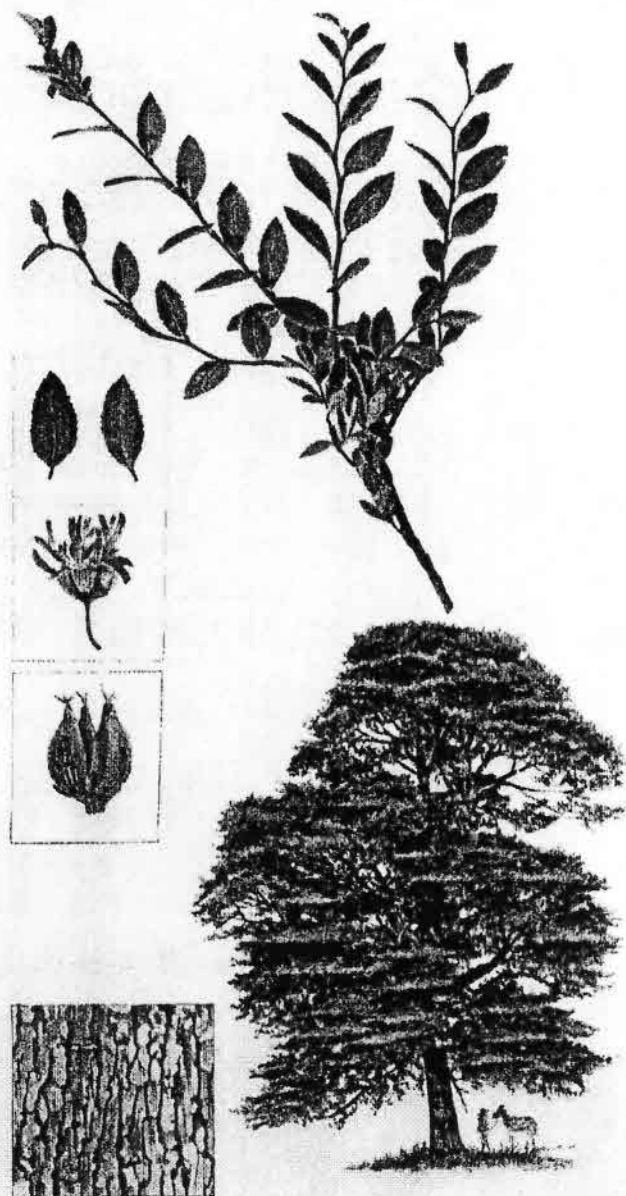
San Miguel de Tucumán  
Tucumán - ARGENTINA

## ***Guía rápida para la identificación de especies arbóreas y arbustivas presentes en el estero Peu Peu, IX Región Chile***

Material para ser usado en la Determinación del índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR). Salida a terreno curso:  
BIOINDICADORES DE CALIDAD DE AGUA EN RÍOS: HERRAMIENTA DE GESTIÓN PARA EL SECTOR  
AGROPECUARIO.

27 al 31 de Enero de 2005, Temuco – Chile

(Tomado de Hoffmann A. 1982. Flora silvestre de Chile, zona austral. Ediciones Fundación Claudio Gay. 257 pp).



Coigüe, coihue.

*NOTHOFAGUS DOMBEYI* (Mirbel) Oerst. Fam.: Fagáceas.

**DISTRIBUCION:** Desde Colchagua hasta Aisén. También en Argentina, al sur del paralelo 38. Es muy frecuente y característico del paisaje sureño.

**HABITAT:** Tiene un amplio rango de tolerancia, ya que crece en toda altura: desde el nivel del mar hasta casi el límite superior de la vegetación arbórea en las cordilleras. Prefiere suelos húmedos. Forma bosques puros, pero también se mezcla con ulmos, robles, laureles, etc.

**DESCRIPCION:** Hermoso árbol siempreverde, de crecimiento relativamente rápido, que puede alcanzar más de 40 m. de altura, con el fuste de hasta 4 m. de diámetro. Tronco recto, cilíndrico y libre de ramas en la parte inferior. La ramificación es radiada, y da la sensación de estar estratificada en planos horizontales. Corteza de color gris uniforme, delgada y con abundantes fisuras longitudinales poco profundas.

Hojas perennes, coriáceas, de 2 a 4 cm. de largo; tienen forma lanceolada, algo romboidal, con el borde aserrado.

Esta especie es monoica. Las flores masculinas están reunidas en inflorescencias cortamente pedunculadas; cada una consta de un perigonio rudimentario y 10 estambres. Las femeninas se hallan en grupos de 3, dentro de una envoltura común.

Las cúpulas del coigüe contienen en su interior 3 nuececitas: dos triangulares y una plana.

**USOS:** La madera, de color amarillo cremoso con vetas rojizas, es de buena calidad para construcciones, carpintería en general y fabricación de muebles. No es muy resistente a la humedad.

Se trata de un bello árbol ornamental.

Coigüe = Nombre mapuche.

Nothofagus = Haya falsa o haya del sur.

Dombeyi = En honor a José Dombey, botánico francés (1742-96).



Roble pellín, hualle, coyan, coyam, hualo, roble, pellín.

*NOTHOFAGUS OBLIQUA* (Mirbel) Oerst. var. *OBLIQUA*. Fam.: Fagaceas.

**DISTRIBUCION:** Desde el río Aconcagua hasta Llanquihue y Chiloé. Hacia el norte de su zona de distribución se encuentra sólo en algunos puntos de la cordillera de la Costa y en su variedad macrocarpa.

**HABITAT:** Prefiere los suelos fértiles, profundos y húmedos. Crece por lo general en las zonas bajas, hasta 600 m. sobre el nivel del mar. Hacia la parte norte de su área de distribución llega a mayor altitud, como en el cerro Roble, de la provincia de Valparaíso, donde alcanza cerca de los 1.800 m. sobre dicho nivel. Hacia el sur forma comúnmente bosques puros, pero también se mezcla con lingüe, laurel o raulí.

**DESCRIPCION:** Arbol de hojas caducas que puede alcanzar 40 m. de altura y 2 m. de diámetro en el tronco; éste es cilíndrico, recto, de corteza color café oscuro con grietas profundas, formando placas redondeadas.

Hojas caducas, alternas, de estructura lanceolada a obovada, con el borde aserrado y algo ondulado, de base oblicua; cuando tiernas están cubiertas de suaves pelitos; tamaño bastante variable (de 2 a 5 cm. de largo); el envés es de un verde más pálido que el de la cara superior y tiene la nervadura muy marcada; en la base del peciolo hay estipulas de consistencia membranosa y muy caedizas.

El roble es una especie monoica; es decir, las flores masculinas y las femeninas van sobre el mismo pie. Unas y otras crecen en las axilas de las hojas. Las masculinas son solitarias, pedunculadas, constan de 30 a 40 estambres y se hallan rodeadas de un involucre sencillo, membranoso, redondeado. Las femeninas están reunidas en grupos de 3, con pedúnculos muy cortos, rodeados por una envoltura común verdosa.

Fruto: una cúpula de 4 partes con 3 nuececitas aladas en su interior, que maduran en febrero - marzo.

**USOS:** Madera de excelente calidad, durable e imputrescible; de color rojizo, pero sin veta. Se emplea mucho en construcción de puentes y muelles; para fabricar postes, durmientes de ferrocarril, vigas y pilares de viviendas, y también muebles, puertas y ventanas.

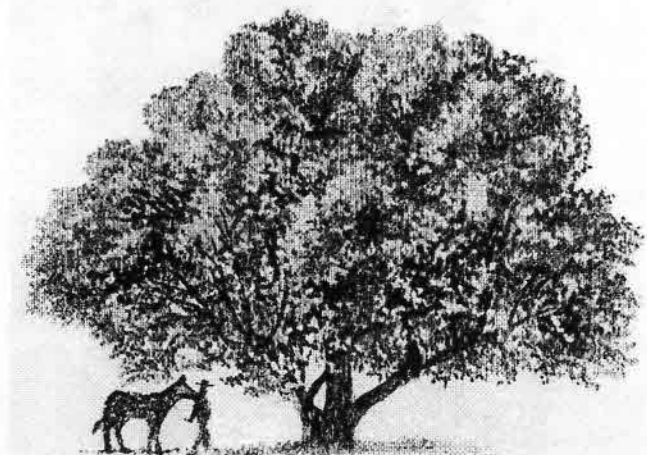
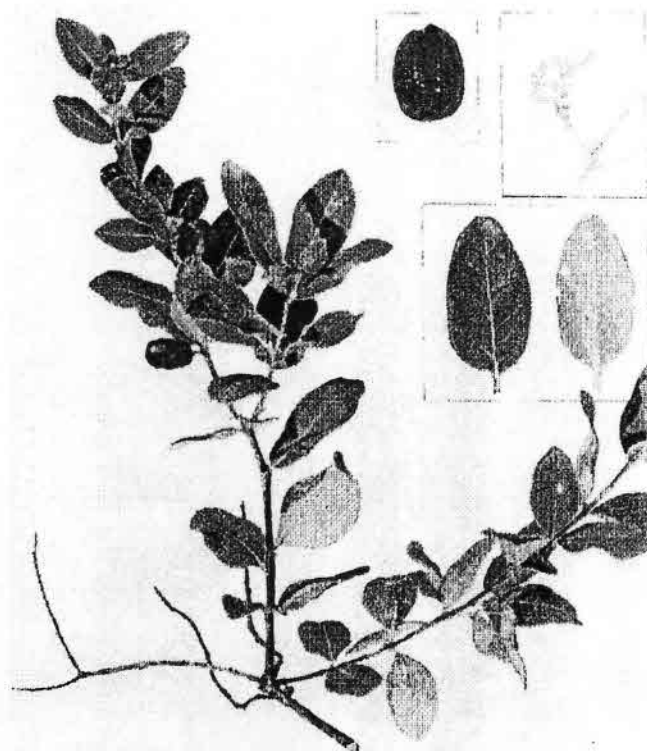
Se utiliza, además, para teñir de rojo (mezclando corteza de roble con raíces de pangue).

Hualle = Roble pellín joven.

Pellín = Nombre mapuche.

Nothofagus = Del griego, significa haya del sur.

Obliqua = La base de la lámina de la hoja se presenta en forma oblicua.



Peumo.

*CRYPTOCARYA ALBA* (Mol.) Looser. Fam.: Lauráceas.

**DISTRIBUCION:** Desde el sur de la Región de Coquimbo hasta la provincia de Valdivia, tanto en la cordillera de la Costa como en la de los Andes. Más abundante en la zona central de Chile que al sur de su área de distribución.

**HABITAT:** En la región céntrica prefiere los lugares húmedos y sombríos, principalmente fondos de quebradas, donde forma bosquillos casi puros. Hacia el sur busca las localidades más secas. En esta zona se asocia básicamente con robles y lingues.

**DESCRIPCION:** Arbol de follaje denso, siempreverde, que alcanza hasta 20 m. de altura y 1 m. de diámetro en su tronco. La corteza es de color pardo grisáceo, lisa, en algunas ocasiones un tanto agrietada y arrugada.

Hojas simples, alternas u opuestas, rígidas, coriáceas, glabras en ambas caras, de 3 a 8 cm. de largo por 1,5 a 4,5 de ancho. De borde entero, a veces algo ondulado, anchamente aovadas de forma, contienen abundantes aceites esenciales, despidiendo un olor agradable cuando se rompen. Los pecíolos son cortos y gruesos.

Flores amarillo-verdosas, de 3 a 4 mm. de largo, dispuestas en panículas axilares. Tépalos (6) carnosos, desiguales, provistos de pelos. Los estambres se hallan ordenados en tres verticilos, de los cuales 2 (uno con 6 y otro con 3) son fértiles y uno de estaminodios o estambres rudimentarios que en la flor tienen la forma de una pequeña callampa. El pistilo está formado por un ovario ínfero; estilo corto, y estigma triangular grueso.

Fruto: una baya olorosa, de color rojo intenso o rosado, elipsoídea, de 1,5 cm. de largo por 1 de ancho.

**USOS:** La madera de esta especie, dura y muy resistente al agua, se emplea con frecuencia en la fabricación de tacos de zapatos y piezas de carretas. También es muy explotada como leña.

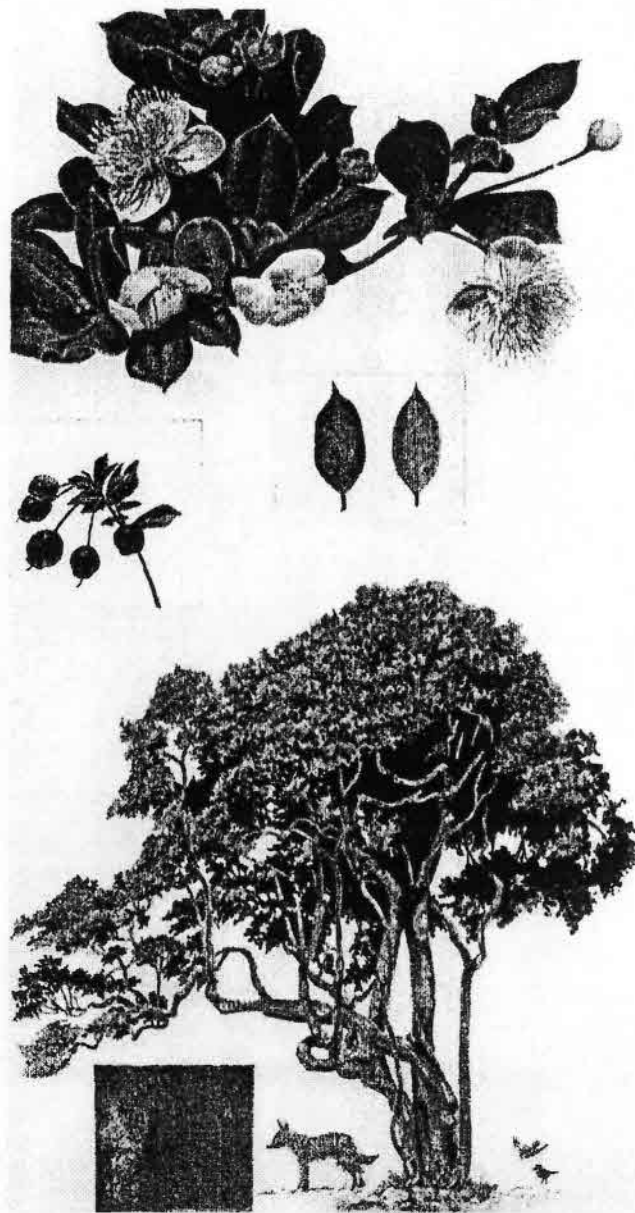
Su corteza, rica en taninos, se usa en curtidurías. Sirve además para teñir el cuero (color anaranjado).

El fruto es comestible.

Peumo = Nombre mapuche.

Cryptocarya = Del griego: Kryptos = oculto; Karyon = nuez, porque la semilla está cubierta.

Alba = Blanco.



Arrayán rojo, arrayán, palo colorado, tenu.

LUMA APICULATA (Dc.) Burret. Fam.: Mirtáceas.

*Myrceugenia apiculata*

**DISTRIBUCION:** Se desarrolla entre Colchagua y Chiloé, hasta 700 m. sobre el nivel del mar.

**HABITAT:** Crece preferentemente en terrenos muy húmedos, en las riberas de ríos y lagos.

**DESCRIPCION:** Se presenta como arbusto o como árbol, alcanzando algunos ejemplares, en su distribución más austral, alturas de 12 a 15 m. y diámetros de hasta 50 cm.

Arbol de crecimiento lento, siempreverde y con hermoso aspecto. Lo más característico de su presencia es la corteza, de color rojo ladrillo, muy lisa y sedosa, con manchas blancas, debido a la caída de placas de corteza vieja.

Hojas siempreverdes, opuestas, aromáticas, de color verde oscuro, brillante en la cara superior y verde pálido en la inferior. De 1 a 2 cm. de largo, tienen forma aovada, con un pequeño mucrón en el ápice y el borde entero.

Flores hermafroditas, axilares, reunidas en grupos de 3 a 5. Cáliz de 4 sépalos redondeados. Corola con 4 pétalos grandes. Los estambres son blancos, numerosos, y rodean al pistilo, que es largo, sencillo y de color rojizo.

Fruto: una baya redondeada negra, de 1,3 a 1,5 cm. de diámetro, comestible, que contiene 3 semillas de forma arriñonada.

**USOS:** La madera, muy dura y compacta, se utiliza para fabricar mangos de herramientas y como leña. También tiene importancia ornamental. Se emplea en protección de cursos de agua.

Arrayán = Nombre de varias Mirtáceas americanas.

Luma = Nombre genérico derivado del nombre mapuche.

Apiculata = Hojas provistas de un ápice agudo.





Petra, pitra, patagua, temu, picña, peta.

MYRCEUGENIA EXSUCCA (DC.) Berg. Fam.: Myrtáceas.

DISTRIBUCION: Se encuentra entre Aconcagua y Chiloé.

HABITAT: Crece sólo en lugares pantanosos o terrenos muy húmedos, junto a ríos, lagos y esteros, a menudo dentro del agua.

DESCRIPCION: Arbol frondoso que puede alcanzar 10 a 15 m. de altura y 50 a 60 cm. de diámetro. Su tronco presenta un curioso aspecto: gruesas fisuras longitudinales lo hacen aparecer como si tuviera aplicados troncos de enredaderas. Tiene ramas gruesas y retorcidas. La corteza es pardo-cenicienta.

Hojas siempreverdes, simples, opuestas, pecioladas, bastante grandes en comparación con las de otras especies del mismo género (3 a 5 cm. de largo), atenuadas en ambos extremos, con pelitos en los nervios de la cara inferior. Son de colores verde oscuro en la cara superior y verde muy claro en el envés. Corrientemente los bordes de las hojas se encorvan hacia adentro. No tienen estípulas.

Flores masculinas y femeninas, solitarias o en cimas axilares cuya unidad central es sésil. Son tetrámeras; es decir, poseen 4 sépalos y 4 pétalos. Estambres muy numerosos.

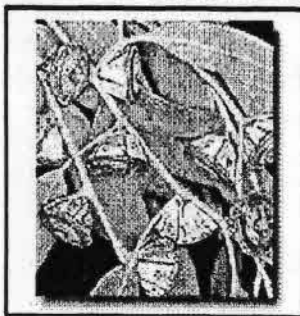
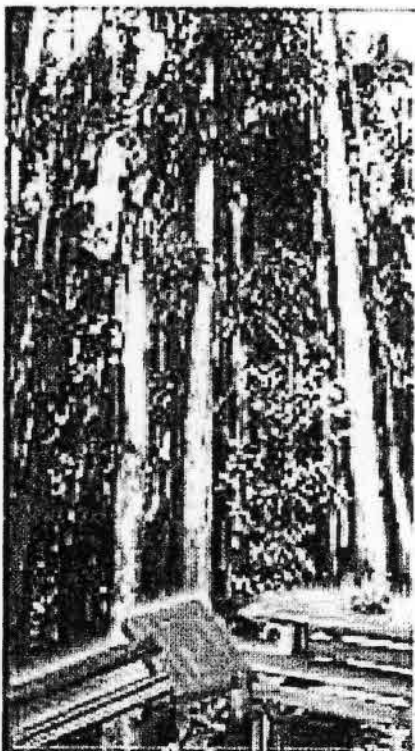
Fruto: una baya negra, globosa y brillante.

USOS: Las petras tienen fundamental importancia en la protección de los cursos de agua.

Petra = Nombre mapuche de la planta.

Myrceugenia = Combinación de los nombres de los géneros Myrcia y Eugenia, este último dedicado al príncipe Eugenio de Saboya, gran amante de las plantas (1663-1736).

Exsucca = Sin jugo.



**Su clasificación taxonómica es la siguiente:**

**Orden :** Angiospermas

**Familia :** Myrtaceae

**Subgénero :** Dicotiledoena

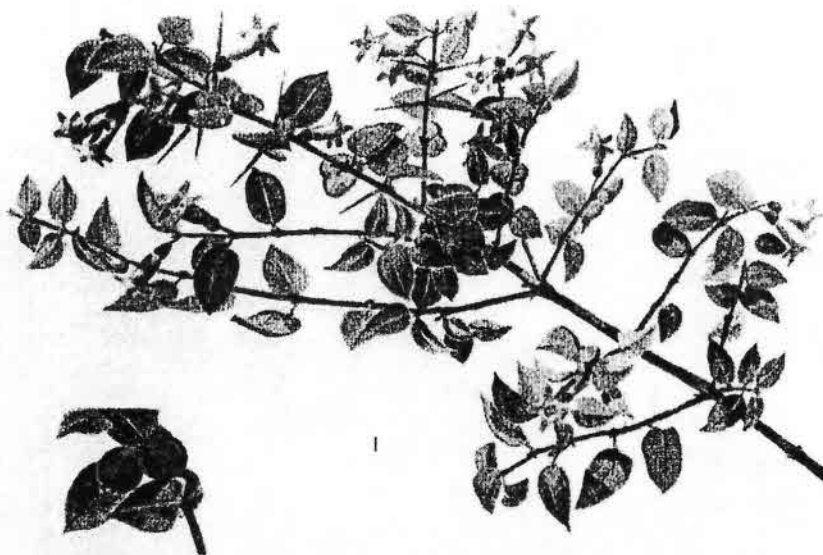
**País de Origen :** Australia

El *Eucalyptus globulus* Labill es fácilmente reconocible en su estado adulto por ser la única especie arbórea que posee el cono –o fruto- solitario.

La madera de eucalipto tiene cualidades técnicas que la hacen muy requerida en la industria de la celulosa y como madera propiamente tal. Se caracteriza por su fibra corta, cualidad que la hace atractiva en el rubro de la celulosa, donde se la utiliza en la fabricación de papeles finos. Su madera es utilizada en la producción de muebles para hogares y oficinas, y su hermosa chapa se destina al forrado –o enchapado- de tableros.

Estos árboles pueden alcanzar hasta 60 metros de altura, con la corteza blanquecina que se desprende fácilmente en tiras en los ejemplares adultos. Sus frutos son como una cápsula campaniforme de color blanco, cubierta de un polvo blanquecino, de 1,4 a 2,4 cm de diámetro.

Se multiplica por semillas, es algo sensible a las sequías prolongadas y prefiere suelos ligeramente ácidos y frescos. Este árbol es también medicinal, ya que sus hojas contienen aceites que al ser destilados se destinan a las industrias químico-farmacéuticas y de confitería. En medicina popular se utilizan sus hojas en infusiones y vapores.



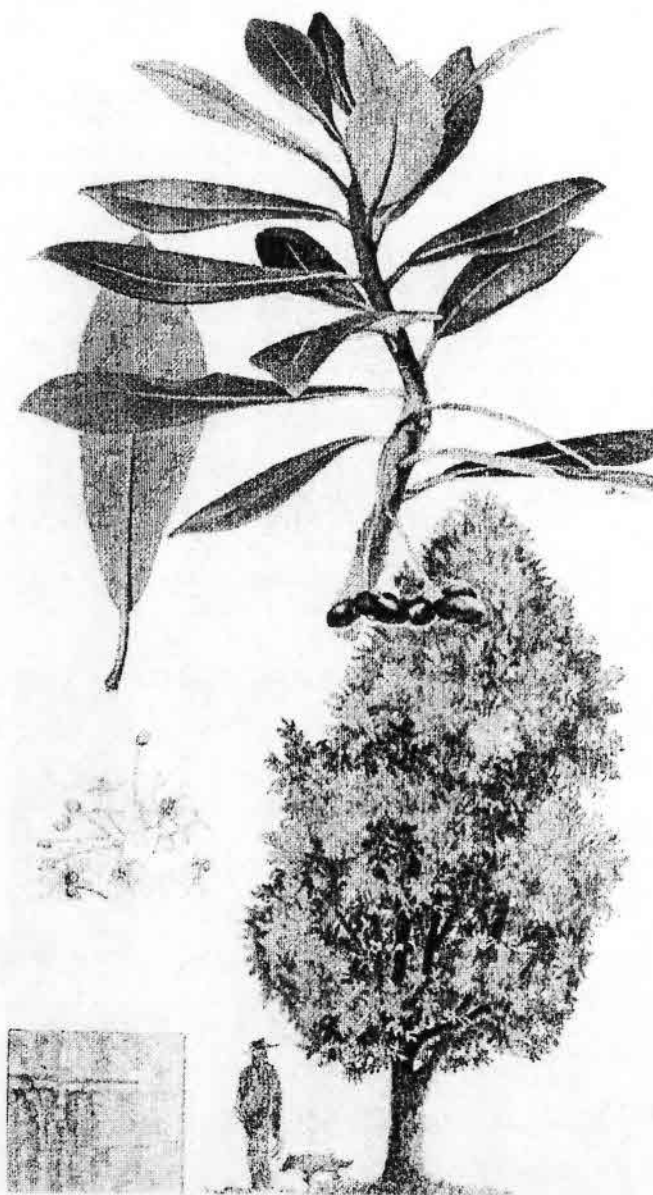
1. Repu, arrayán macho, arrayán de espino, espino blanco, guayún.  
**RHAPHITHAMNUS SPINOSUS** (A.L. Juss.) Mol. Fam.: Verbenáceas.  
*Rhamphithamnus cyanocarpus*.

**DISTRIBUCION:** Bosques de quebradas; también mezclado con otras especies arbustivas en matorrales húmedos. En ambas cordilleras, desde Aconcagua al sur. Origen, chileno. Es muy abundante del Maule al sur; no tanto en el sector más septentrional de su área de distribución.

**DESCRIPCION:** Arbusto o arbolito muy ramoso, de 2 a 6 m. de altura, con las ramas nuevas algo amarillentas y peludas, espinudo. Hojas opuestas, juntas, de tono verde oscuro y brillantes por encima, pálidas por el envés; aovadas, mucronadas, con tamaño variable.

Flores solitarias, pedunculadas; nacen de la base de las espinas; opuestas, de 1,5 cm. de largo. Cáliz corto, con 5 dientes. Corola tubulosa, peluda en su interior, tetralobulada. Estambres, 4; un estaminodio. Estigma con 2 divisiones. Floración: octubre a noviembre. Fruto: una drupa globosa de color azul-morado brillante, que contiene 2 pepas duras.

**USOS:** Por su hermoso aspecto, el repu debiera ser mucho más utilizado en jardinería.



Canelo, fuñe, boighe, foiye.

DRIMYS WINTERI J.R. et G. Forster Fam.: Winteráceas.

DISTRIBUCION: Entre el río Limarí y el cabo de Hornos, a diferentes alturas sobre el nivel del mar, hasta 1.200 m.

La variedad "confertifolia" Phil. es propia de Juan Fernández.

HABITAT: En terrenos pantanosos y junto a ríos y esteros. Hacia el norte de Chile, el canelo se encuentra restringido exclusivamente a las quebradas donde fluye agua durante todo el año o en que la capa freática es demasiado superficial. Se ve muy afectado en los períodos de sequía.

Su zona óptima de crecimiento es la de Chiloé, donde las precipitaciones son muy abundantes (2.000 mm. anuales), formando densos bosques de renovales y árboles maduros. Se desarrolla tanto en lugares umbríos como a plena luz.

Era el árbol sagrado de los araucanos, quienes lo adoraban y veneraban, atribuyéndole propiedades mágicas. La rama del canelo constituía, además, símbolo de paz, y los tratados importantes se concertaban a la sombra de una de estas especies.

DESCRIPCION: Arbol de tronco recto y cilíndrico, que alcanza unos 30 m. de altura y hasta 1 m. de diámetro. La madera del tronco está constituida por traqueidas como las coníferas, lo que convierte al canelo y a las Winteráceas en general en una de las más primitivas familias en la evolución vegetal de las Angiospermas. La corteza es lisa, de color gris claro, gruesa y blanda.

Ramas delgadas, con el extremo de las ramillas rojizo. Las hojas son perennes, pecioladas, alternas, simples, de color verde claro y con el envés glauco azulado; tienen forma que varía de transovada a lanceolada, con borde entero y textura algo coriácea. El nervio medio es muy marcado, y la nervadura, reticulada, poco visible. Largo: 5 a 14 cm. Ancho: 4 cm. Pecíolo: 0,5 a 2 cm.

Flores actinomorfas, dispuestas en umbelas compuestas de 4 a 6 umbelas simples, protegidas en su estado yema por una bráctea o un involucre que cae al desarrollarse aquéllas; pedúnculos de 6 a 9 cm. de longitud. Son hermafroditas y tienen entre 10 y 20 pétalos lanceolados, de textura cerosa y superficie algo arrugada. Dos sépalos cóncavos, opuestos, de color verde o rojizo, terminados en punta. Numerosos estambres (30 a 40), glandulosos, insertos escalonadamente en un talamo semiesférico, donde se ubican también de 4 a 10 pistilos. El ovario es súpero, de cápsulas numerosas, unilocular. Estigmas sésiles. Floración primaveral (más temprano en el norte).

Los frutos, de 1 cm. de longitud, son unas bayas negruzcas alargadas, solitarias o reunidas en grupos estrellados de hasta 8, sobre un pedúnculo.

Semillas arqueadas, de 2 a 3 mm. de largo. La germinación es epigea.

USOS: La madera del canelo es muy atractiva, por lo cual se emplea en construcción, mueblería y fabricación de instrumentos musicales.

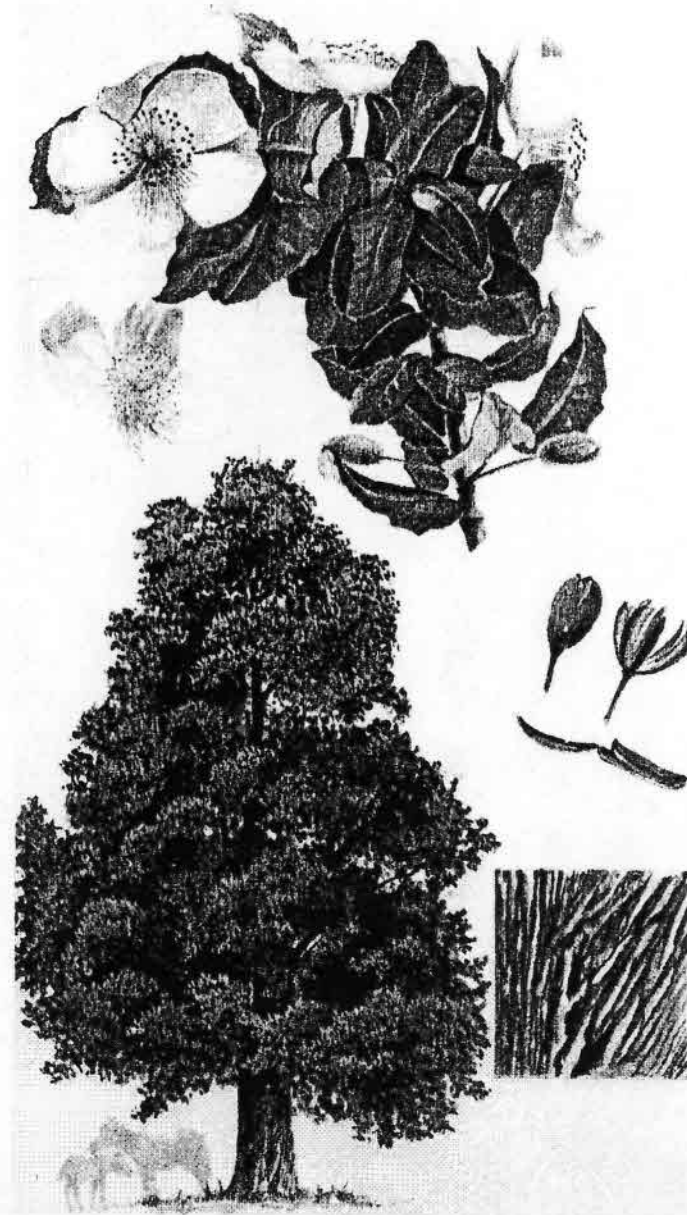
No sirve como combustible, ya que al arder produce humo picante.

Antiguamente el canelo se exportaba en grandes cantidades, pues su corteza se utilizaba para combatir el escorbuto, por ser rica en vitamina C. También contiene taninos, aceites esenciales y sustancias antibacterianas y sales de hierro y calcio aplicadas para limpiar heridas y contra reumatismo, afecciones estomacales, dolores de garganta, sarna y tiña. En el último tiempo se han descubierto aplicaciones en el tratamiento del cáncer.

Actualmente se efectúan estudios tendientes a posibilitar el empleo de la madera del canelo para la obtención de celulosa.

Drimys = Del griego: picante (por el gusto de la corteza).

Winteri = Nombre dedicado al capitán W. Winter, quien en 1578 llevó a Europa la corteza del canelo como remedio eficaz contra el escorbuto.



Ulmo, muermo, toz, voyencum.

*EUCRYPHIA CORDIFOLIA* Cav. Fam.: Eucryphiaceas.

**DISTRIBUCION:** En la zona comprendida entre Arauco y Chiloé, especialmente en la cordillera de la Costa y hasta los 700 m. de altura. Frecuencia: común.

**HABITAT:** Prefiere los terrenos húmedos y ricos en humus. No forma bosques puros; frecuentemente se lo encuentra asociado con roble, tepa, tino o coigüe.

**DESCRIPCION:** El ulmo es un hermoso árbol siempreverde que puede alcanzar hasta 40 m. de altura, y su tronco, en la base, unos 2 m. de diámetro. De crecimiento relativamente rápido. La corteza, gris-parda y con fisuras longitudinales, no se desprende fácilmente. Al romperse toma color rojo intenso, debido a su alto contenido de taninos. El tronco se eleva recto y esbelto dentro del bosque. Las ramas de la copa son cortas, y cuando nuevas están cubiertas de pelos finos.

Hojas simples, opuestas, de forma oblonga, algo onduladas, con borde entero las superiores y aserrado las inferiores. De textura coriácea, tiesa, con la nervadura muy marcada en el envés, que es blanquecino y cubierto de pelos. Miden de 2 a 6 cm. de largo y tienen un peciolo grueso de 0,5 cm. de longitud. Se agrupan hacia el extremo de las ramillas en disposición opuesta en cruz y en ángulo de 45° hacia arriba.

Flores hermafroditas, solitarias, blancas, ricas en néctar; tienen de 4 a 5 cm. de diámetro, y nacen de las axilas de las hojas.

Cuando los ulmos florecen durante el verano (enero - febrero) dan la impresión de estar cubiertos de nieve.

Las flores son pedunculadas, y en la base del pedúnculo (de 2 cm. de largo) hay 6 estípulas gruesas, caedizas, que protegen a aquellas. El cáliz tiene 4 sépalos soldados que, al abrirse la flor, se rompen en la base; y la corola, 4 pétalos aovado-oblongos, con una escotadura en el extremo. Numerosos estambres blancos, de 0,5 a 1 cm. de largo, ubicados sobre un ensanchamiento del talamo. El aparato femenino está constituido por el ovario, dividido en 10 a 18 carpelos. Número de pistilos igual al de los carpelos de cada flor. Estigmas pequeños. La polinización es realizada por insectos, principalmente abejas.

Fruto: una cápsula leñosa, oblonga, que se abre a la madurez (marzo - abril); el interior de cada segmento del fruto contiene 2 a 3 semillas aladas que se diseminan con el viento.

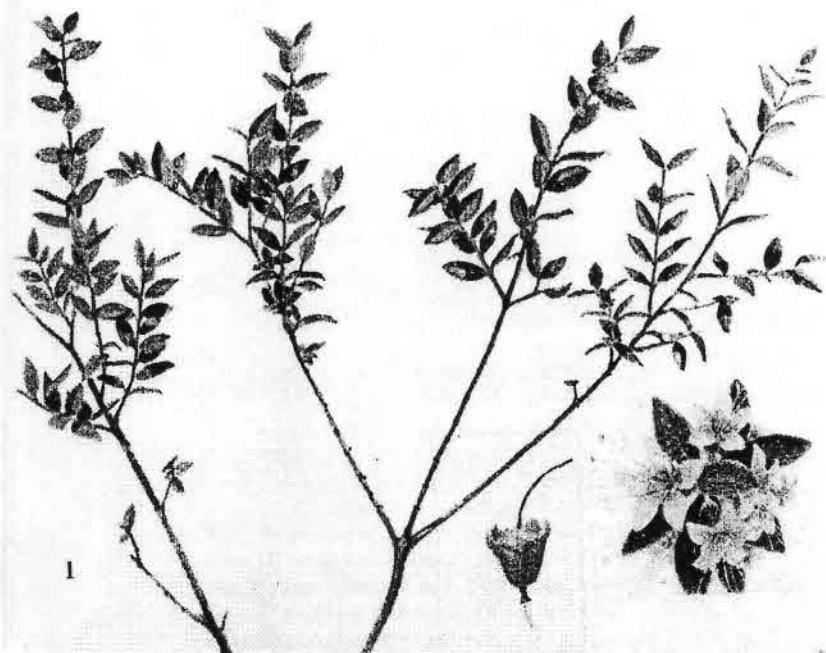
**USOS:** La madera del ulmo, pesada y dura, es de excelente calidad. Tiene gran empleo en construcción y en la fabricación de durmientes de ferrocarril. La leña y el carbón de este árbol gozan de mucha aceptación.

Su corteza es muy rica en taninos, que se utilizan especialmente en curtimientos. La miel de ulmo, de gran calidad, es producto del excelente néctar de esta especie, que ha desarrollado en forma intensa la apicultura de la zona.

Eucryphia = Eu = bien; krypte = oculto (del griego). Porque el cáliz tapa completamente la flor antes de la floración.

Cordifolia = Hoja acorazonada.





1. Tepú, trepú, tepual (bosque de tepúes).

TEPUALIA STIPULARIS (H. et A.) Griseb. Fam.: Mirtáceas.

DISTRIBUCION: Desde Maule, por la costa, hasta Magallanes. Especie originaria de Chile.

En la zona de Valdivia, Llanquihue, Chiloé y Magallanes forma bosques densos llamados "tepuales", en localidades pantanosas y casi impenetrables. Se asocia de preferencia con alerces, mañíos, canelos y ciprés de la cordillera.

DESCRIPCION: Arbusto o arbolito de 2 a 4 m. de altura, de follaje denso, con las hojas agrupadas hacia el extremo de las ramillas; troncos retorcidos y entrelazados; ramas rectangulares y con marcas en la corteza. Hojas pequeñas (1 cm. de largo), elípticas, punteadas, de pecíolo corto, en cuya base se encuentran 2 estípulas glandulosas.

Flores hermafroditas, solitarias, axilares; cáliz de 5 sépalos; corola de 5 pétalos; estambres, numerosos (entre 15 y 20) y largos. Floración: febrero, marzo. Fruto: una cápsula leñosa pequeña.

USOS: La madera de tepú, extremadamente dura, se emplea como combustible, por su alto contenido calorífico.



## ***Estrato Arbustivo***



Teque, tique, olivillo, acritunillo, palo muerto, tiique, roble de Ovalle.

AEXTOXICON PUNCTATUM R. et Pav. Fam.: Aextoxicaceae.

DISTRIBUCION: Desde Coquimbo (bosque de Fray Jorge) hasta Chiloé. Especie común en el área sur de distribución.

HABITAT: Prefiere los lugares húmedos y forma densos bosques monoespecíficos. Corrientemente crece también junto a robles, coigües, ulmos, tepas, etc.

DESCRIPCION: Arbol siempreverde, de 20 a 25 m. de altura, con tronco de 0,80 a 1 m. de diámetro; su corteza es gris clara, relativamente lisa, con algunas vetas rojizas.

Hojas grandes, de 4 a 9 cm. de largo por 2 a 3 de ancho; opuestas, pecioladas, tiesas, oblongo-lanceoladas, de borde entero. La superficie inferior está cubierta de escamitas, cada una de ellas con un punto rojizo en el centro.

El olivillo es una especie dioica: las flores masculinas y las femeninas se hallan en pies diferentes. Van dispuestas en racimos axilares laxos y cortos. Cada racimo consta de 3 a 6 unidades. Los botones machos se encuentran cubiertos por una bráctea globosa que cae al abrir la flor. Cáliz de 5 sépalos redondeados que se ubican alternadamente con 5 pétalos; 5 estambres de filamentos cortos; al centro hay rudimentos de ovario. La flor femenina posee pétalos más pequeños o nulos, y estaminodios (rudimentos de estambres no fértiles); tiene ovario unilobular, estilo encorvado y estigma dividido en dos.

Fruto: una drupa carnosa violácea, parecida a una aceituna pequeña.

USOS: Madera de color rojizo, poco resistente y fácil de torcer. Por eso no es muy utilizada en carpintería; empero, se la emplea para fabricar cajones, y como leña y carbón.

Teque = Nombre mapuche.

Aextoxicon = Del griego: venenoso para las plantas.

Punctatum = Punteaduras en las hojas.



**1. Quila.**

**CHUSQUEA QUILA** Kunth. Tribu Bambúseas. Fam.: Gramíneas. Clase Monocotiledóneas.

**DISTRIBUCION:** Crece preferentemente en terrenos húmedos, a menudo formando los quilantos o quilantares, que son matorrales monoespecíficos de quilas. También se desarrolla en el sotobosque caldiviano, haciéndose densa e impenetrable. Vive, además, a orillas de ríos y en ñadis y pantanos. Originaria de Chile. Extremadamente frecuente.

**DESCRIPCION:** Los tallos de quila son cañas, crecen arqueados y ramificados, naciendo del suelo en forma oblicua. Tienen un rizoma grueso y ramificado, con muchas nudosidades, de donde emanan las raíces.

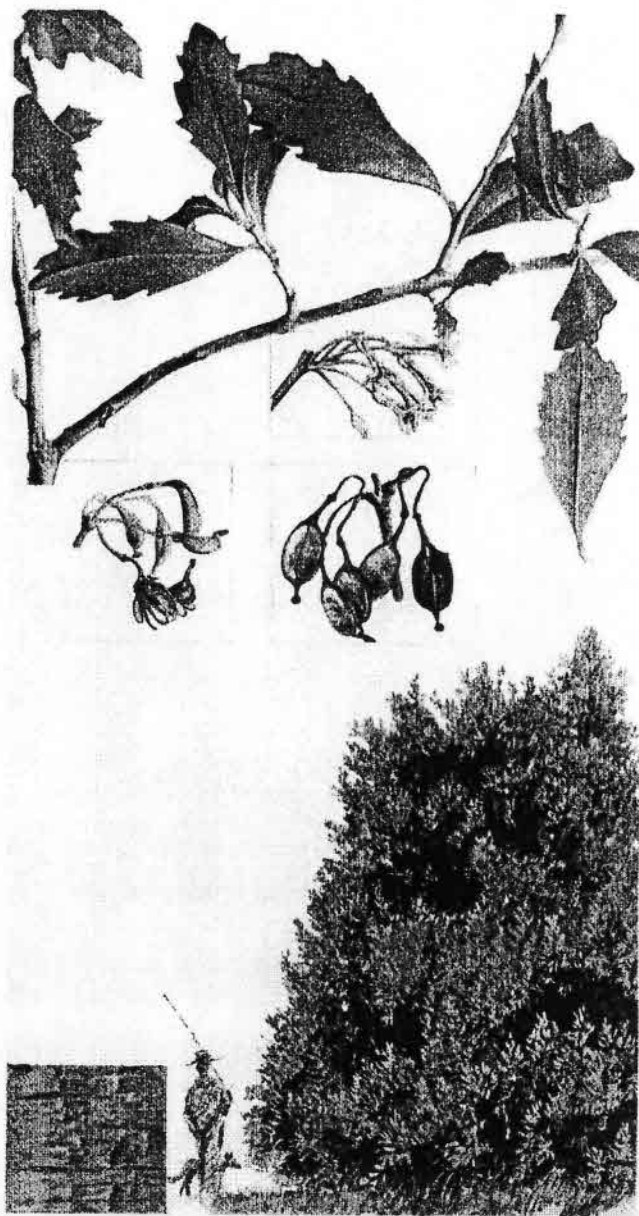
Hojas lineares, con el ápice atenuado y agudo, de 10 a 12 cm. de largo, recorridas por 7 a 9 nervios paralelos, con el borde con pequeños cristales de sílice en forma de dienteitos muy diminutos y duros. Flores pequeñas, agrupadas en panojas de muchas unidades, de unos 15 cm. de longitud. Floración: se produce sólo a intervalos muy grandes, de 10 a 30 años, luego de los cuales el arbusto se seca. Fruto: una cariopse, que es un fruto seco e indehisciente.

**USOS:** Cuando el pasto escasea, el ganado come las hojas y brotes nuevos de la quila.

Los frutos son comestibles.

Las ramas se emplean para tejer cestas, jaulas, muebles, etc., y también en construcción.

Además, de esta especie se obtiene celulosa.



Piñol, avellanillo, avellanito, corcolén, ciruelillo, guardafuego, palo negro.

**LOMATIA DENTATA** (R. et P.) R. Br. Fam.: Protáceas.

**DISTRIBUCION:** Entre Colchagua y Chiloé, siendo especialmente abundante en la provincia de Valdivia, tanto en la cordillera de los Andes como en la de la Costa. Especie originaria de Chile.

**HABITAT:** El piñol vive frecuentemente mezclado con el resto de las especies que forman la selva húmeda valdiviana, pero también crece aislado fuera del bosque, en lugares de condiciones variadas: más o menos secas, soleadas o ricas en sustancias nutritivas.

**DESCRIPCION:** Arbolito que puede alcanzar 10 m. de altura; sin embargo, con bastante asiduidad se presenta también como arbusto, sobre todo como elemento del sotobosque. Sus ramillas nuevas son pubescentes.

Hojas siempreverdes, simples, con disposición tanto opuesta como alterna sobre las ramillas; glabras, cortamente pecioladas, ovaladas y afenuadas hacia la base; borde gruesamente dentado, pero sólo en la mitad superior de la hoja; 3 a 8 cm. de largo por 1 a 3 de ancho, de color verde pálido en el envés, con nervadura reticulada y consistencia coriácea.

Flores algo irregulares, hermafroditas y dispuestas en corimbos axilares cortos; son blanquecinas y se hallan cubiertas de un pelillo rojizo. Perigonio de 1 cm. de largo y dividido en 4 tépalos; 4 estambres cortos, y un estilo largo que persiste con el fruto. En el fondo del tubo del perigonio hay 3 glándulas.

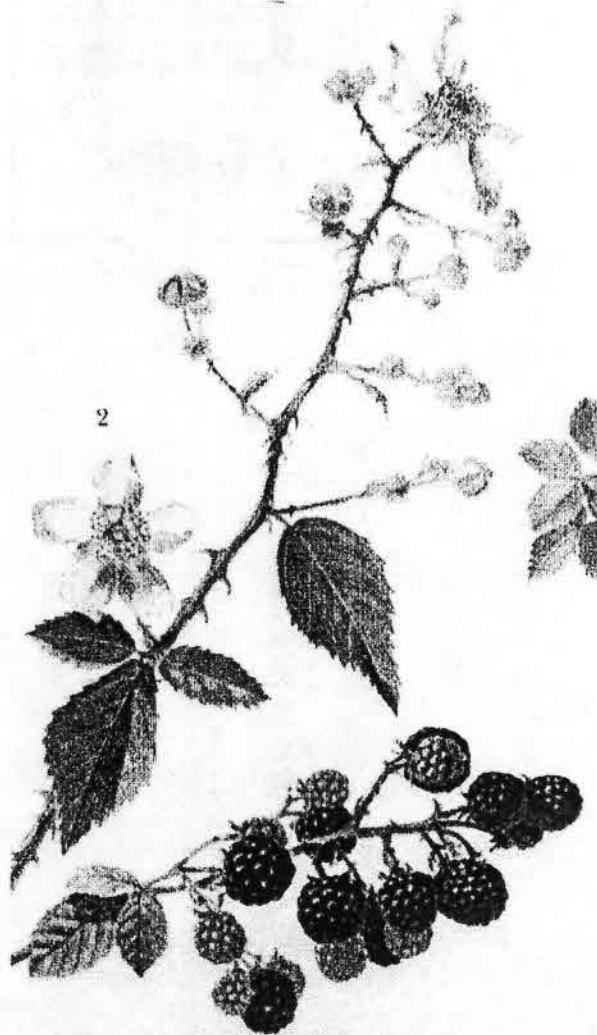
Fruto: un folículo alargado, leñoso, de color café, que contiene numerosas semillas provistas de alas membranosas que se dispersan al abrir aquél.

**USOS:** Madera de hermosa veta, semejante a la del avellano, pero de calidad inferior.

Avellanillo : Parecido al avellano.

Lomatia = Del griego: loma, lomatós = franja, por el reborde que tienen en los bordes las semillas.

Dentata = Las hojas con el borde dentado.



2. Zarzamora, mora, zarza, murra.

**RUBUS ULMIFOLIUS** Schott. Fam.: Rosáceas.

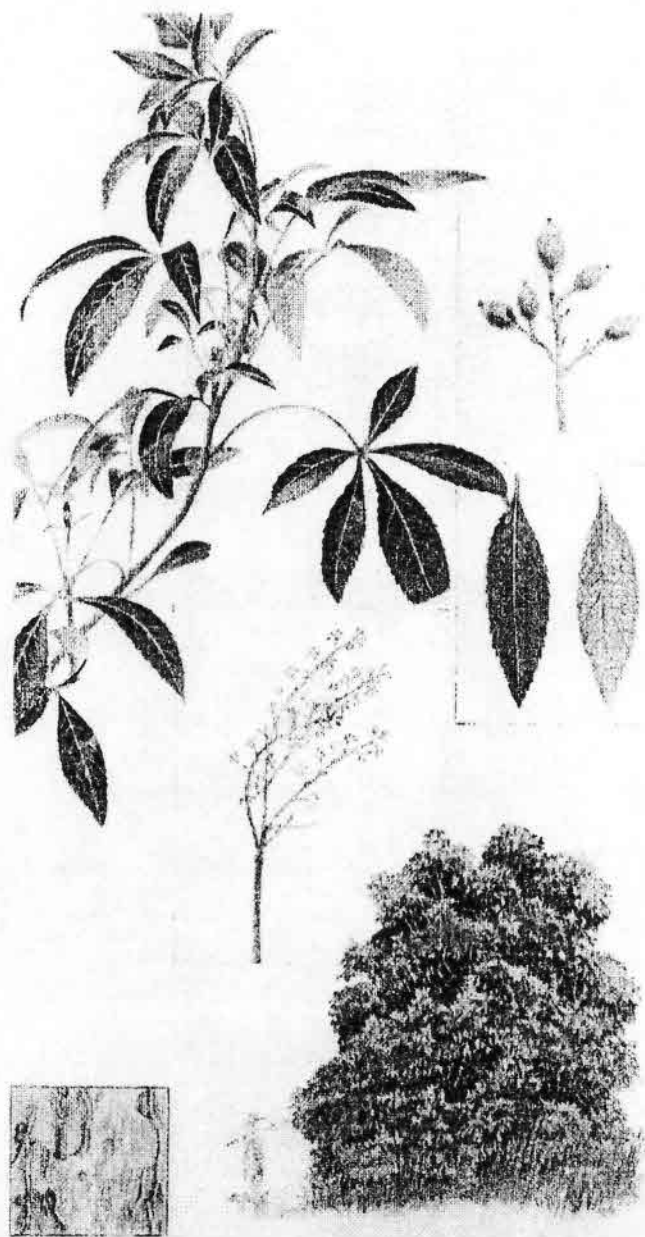
**DISTRIBUCION:** Vive preferentemente en lugares húmedos y soleados, de la costa a la precordillera, en las provincias centrales y sureñas, hasta Puerto Montt. De origen europeo, es adventicia en Chile desde comienzos del siglo pasado, cuando los colonos alemanes la trajeron para usarla como cercos de potreros; y se propagó con tanta rapidez, que actualmente constituye una maleza de muy difícil erradicación.

**DESCRIPCION:** Arbusto semitrepador, que puede alcanzar hasta 4 m. de altura. Tallos cubiertos de espinas fuertes. Hojas compuestas, con borde aserrado; cada foliolo, de 1 a 6 cm. de largo; de color verde oscuro en la cara superior y blanquecinas en el envés.

Flores blancas o rosado pálido, de 1 a 2 cm. de diámetro, agrupadas en panojas terminales. Cáliz de 5 sépalos; corola de 5 pétalos libres; estambres, numerosos. Floración: septiembre a diciembre.

Fruto: una mora de 1 a 2 cm. de diámetro, de gusto agradable y que madura durante el verano.

**USOS:** El fruto, comestible, se emplea para preparar postres y mermeladas. En medicina popular, la raíz de la zarzamora se utiliza contra la diabetes.



Traumén, sauco del diablo, sauco cimarrón.

*PSEUDOPANAX LAETEVIRENS* (Gay) Harms. Fam.: Araliaceae.

**DISTRIBUCION:** Se encuentra entre Maule y el estrecho de Magallanes.

**HABITAT:** Habita las márgenes de ríos y lagos en forma aislada, y también entre otras especies del bosque húmedo. No forma comunidades monoespecíficas.

**DESCRIPCION:** Arbolito de estructura elegante, con tronco esbelto y ramas largas, corteza gris cenicienta, que alcanza 5 a 6 m. de altura.

Las hojas son perennes y despiden un olor desagradable al ser trituradas con los dedos. Están provistas de un peciolo largo (de 4 a 8 cm.), y son divididas, de forma digitada, con 5 folíolos elípticos, de borde aserrado. Textura de las hojas algo coriácea; el color, verde claro y brillante.

Flores hermafroditas, pequeñas, blancas, reunidas en inflorescencias umbeliformes, las que a su vez se agrupan en panículas. Cáliz partido en 5 dientes; 5 pétalos gruesos, 5 estambres de anteras blanquecinas. Ovario con 5 cavidades y 5 pistilos. Floración: durante diciembre y enero. Los frutos son pequeñas capsulitas de color azul intenso.

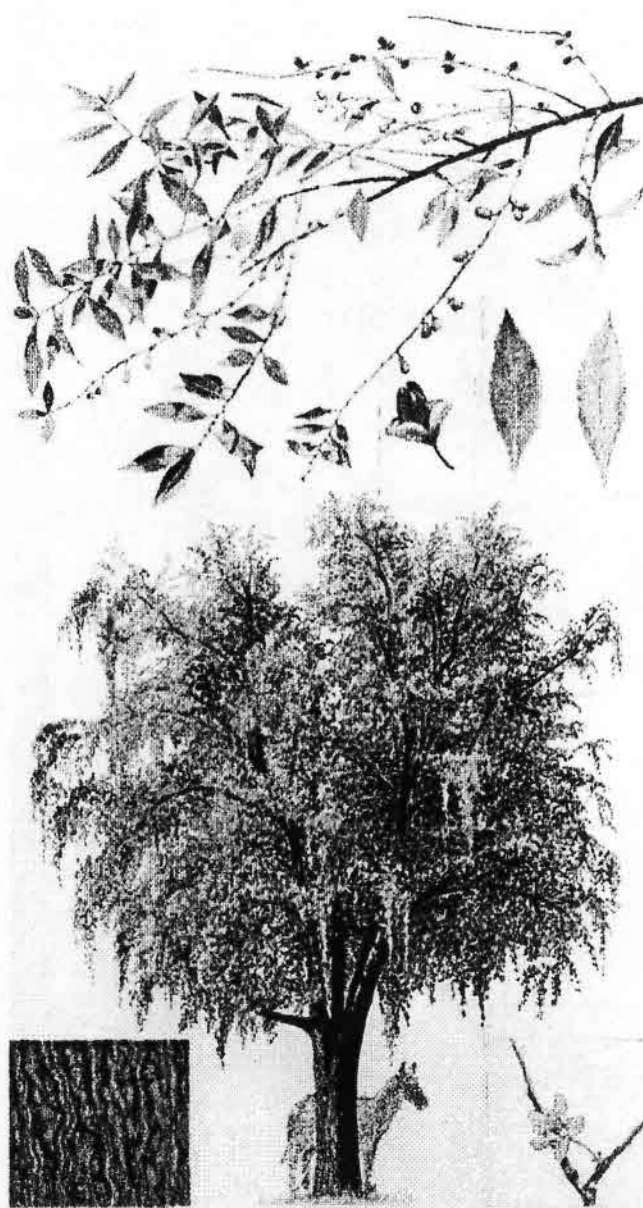
El sauco reviste importancia para la protección de cursos de agua. La madera no tiene utilización especial.

Traumén = Nombre mapuche de la planta.

Pseudopanax = Del griego: pseudo = falso; panax = nombre de otros géneros similares.

Laetevirens = En atención al verde brillante de sus hojas.





Maitén.

MAYTENUS BOARIA Mol. Fam.: Celastraceae.

DISTRIBUCION: Crece entre Coquimbo y Chiloé, en el valle Central y en ambas cordilleras. No es muy común en la costa.

HABITAT: El maitén no forma bosques monoespecíficos, sino que se halla diseminado tanto entre las especies del matorral como en los bordes de los cursos de agua, y a modo de gran árbol de sombra en los potreros. Crece en muy variadas condiciones.

DESCRIPCION: Arbol siempreverde, muy hermoso, con forma elegante, que llega a alcanzar 20 a 25 m. de altura y alrededor de 1 m. de diámetro en su tronco. Tiene ramas delgadas, largas y colgantes, que le dan un aspecto semejante al del sauce llorón. La corteza del tronco es gris y algo agrietada. Se trata de una especie de rápido crecimiento.

Hojas simples, alternas, oval-lanceoladas, con borde aserrado, agudas en ambos extremos, cortamente pecioladas. En general, de 3 a 9 cm. de largo por 0,5 a 3 de ancho. Presentan forma y tamaño bastante variables. Son de consistencia algo coriácea y tienen color verde claro amarillento.

Flores: el maitén es un árbol poligamo-monoico; es decir, sobre un mismo espécimen se pueden encontrar flores masculinas, femeninas y hermafroditas. Sus flores nacen agrupadas en las axilas de las hojas; poseen un pedúnculo corto, en cuya base se observan 2 pequeñas brácteas. Cáliz con 5 sépalos redondeados. Los pétalos son también 5, de color amarillento verdoso y cóncavos. Las masculinas tienen 5 estambres alternos a los pétalos, provistos de anteras grandes y muy productoras de polen; al centro se puede observar un pistilo atrofiado. Las femeninas son más pequeñas. Presentan un ovario súpero, sin estilo y con un estigma dividido en dos. Alredor de la base del ovario pueden verse 5 estaminodios o rudimentos de estambres estériles.

Floración: durante agosto y septiembre.

Frutos: cápsulas coriáceas de unos 5 mm. de largo, color pardo, que al abrirse muestran 2 semillas rodeadas de una envoltura protectora llamada "arilo", cuya tonalidad en el caso del maitén es roja-intensa.

USOS: El maitén es muy empleado como especie ornamental en parques y jardines; también como árbol de sombra en los potreros y para proteger cursos de agua.

Las ramas tiernas y hojas son comidas vorazmente por el ganado. De ello se desprende que esta variedad podría explotarse como forrajera.

Su madera se utiliza como leña y para la fabricación de chapilla, ya que es blanca y rojiza hacia el interior, presentando un hermoso aspecto.

Las hojas son usadas como febrífugo y purgante.

Maitén = Nombre mapuche.

Maytenus = Palabra derivada de la denominación indígena.

Boria = Bovina, porque los animales gustan de comer sus hojas.



3. Chinchín, roblecillo.

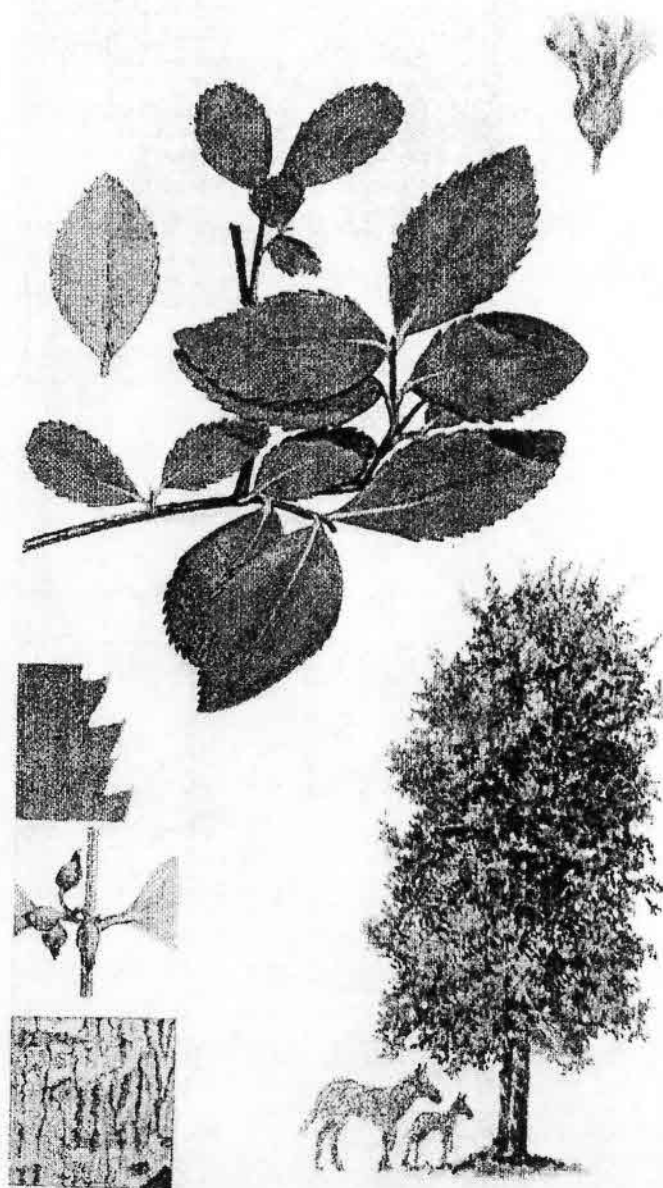
AZARA MICROPHYLLA Hook. f. Fam.: Flacourtaeas.

DISTRIBUCION: Abunda entre Ñuble y Chiloé (también crece en Fray Jorge, provincia de Coquimbo). Especie chilena; también se encuentra en Argentina.

DESCRIPCION: Arbusto siempreverde, de 3 a 5 m. de alto, con las ramas grises y los brotes cubiertos de vellos. Hojas alternas, simples, ovadas, con borde entero, coriáceas, lustrosas, de 0,8 a 2,5 cm. de largo. En la base tienen una estípula hojosa, con forma orbicular, de la mitad del tamaño de las hojas.

Flores reunidas en corimbos pequeños; a veces, también solitarias. Cáliz de 5 divisiones. No existe corola; 5 estambres, y estigma trilobulado. Floración: primavera.

Fruto: una baya esférica amarilla coronada con los restos del estilo.



Tepa, huahuán, laurela, vauváu.

**LAURELIA PHILIPPIANA** Looser Fam.: Monimiáceas.

**DISTRIBUCION:** Entre Cautín y Llanquihue, en las cordilleras, a más de 500 m. sobre el nivel del mar. Entre Llanquihue y Chiloé, también se le encuentra al nivel del mar.

**HABITAT:** Vive en suelos profundos, húmedos y frescos. Se desarrolla asociada generalmente con coigüe, tino, ulmo, canelo, mañío y ciruelillo.

**DESCRIPCION:** Arbol muy semejante al laurel, pero de ramas más colgantes. Alcanza más o menos 30 m. de altura. Tronco recto y cilíndrico, de 1 m. de diámetro. Las ramillas nuevas son densamente peludas. Corteza delgada (0,5 cm. de espesor) y lisa, de color gris claro, que no se desprende naturalmente como en el laurel.

Follaje siempreverde. Hojas dispuestas en ramillas opuestas, simples, de borde aserrado (con los dientes muy juntos y agudos); oblongas, atenuadas hacia la base; emanan olor agradable y picante al romperse; de color verde brillante, son lisas, coriáceas, con el nervio medio cubierto de pelitos amarillos.

Flores verdes, reunidas en racimos axilares; tienen un pedúnculo de 2 a 3 mm., y en una misma inflorescencia hay masculinas y femeninas. El perigonio presenta 6 pétalos más o menos iguales. Las masculinas tienen 6 a 12 estambres, de los cuales sólo algunos son fértiles; las femeninas poseen el perigonio semejante al de las masculinas, un círculo de estaminodios y varios ovarios. Floración: octubre-noviembre.

Fruto: ovalado, de 1 a 1,3 cm. de largo, veloso; semillas peludas.

**USOS:** La madera, de color blanquecino, es muy empleada en carpintería y en fabricación de terciados. Es de buena calidad y fácil de trabajar. Tiene los graves inconvenientes, si, de que despide un olor muy desagradable y se daña fácilmente con la humedad.

Huahuán = Nombre mapuche.

Laurelia = Deriva de laurel.

Philippiana = En honor a R.A. Philippi (1808-1904), gran naturalista alemán vecindado en Chile.



**UNIVERSIDAD CATOLICA DE TEMUCO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**“MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS COMO  
BIOINDICADORES DE CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA DEL  
ESTERO PEU PEU COMUNA DE LAUTARO IX REGIÓN DE LA  
ARAUCANIA”**

**Por**

**MARA JOHANA LEIVA FLORES**

**Tesis presentada a la**

**Facultad de Ciencias de la Universidad Católica de Temuco**

**Para optar al Grado de Licenciado en Recursos Naturales**

**- Temuco; 2004.**

### **3. RESULTADOS**

#### **3.1 Descripción del área de estudio.**

Según los datos de temperaturas medias mensuales (°C) y precipitaciones mensuales (mm) entre los años 2000-2002 (anexo) registrados por el Departamento de Hidrología de la Dirección General de Aguas (DGA), en la estación correspondiente a Lautaro, la cual se ubica entre las coordenadas 38° 31 00 Latitud Sur y 72° 26 00 Longitud Oeste, se observa que la máxima temperatura (°C) se registra en el mes de Febrero (2002) alcanzando un valor de 18 °C, mientras que el mínimo valor se registra en el mes de Julio (2002) el cual corresponde a 7.3° C. Para el análisis de los datos de precipitación mensual (mm) se observa que el máximo valor recogido es de 308 mm en el mes de Octubre (2002), en tanto que las bajas precipitaciones se presentan en los meses de Febrero (2001) y Enero (2002), en donde los valores registran el valor de 0 mm(Figura 4 y 5).

En la Figura 6 se observa que los caudales mayores se registraron en la época de primavera del 2002, presentando su máximo valor de 2.8m<sup>3</sup>/s. Los caudales mínimos correspondieron a la época de verano, cuyos valores oscilaron entre 0.1 y 0.4 m<sup>3</sup>/s respectivamente. Para la época de otoño los caudales medios presentaron datos similares a los registrados en verano en donde los valores fluctuaron entre 0.3 y 0.6 m<sup>3</sup>/s. Finalmente en invierno del año 2003 el estero Peu Peu incrementó sus caudales considerablemente en donde los valores mínimos fueron de 0.1 m<sup>3</sup>/s y el máximo caudal registró un valor de 2.5 m<sup>3</sup>/s respectivamente.(anexo)

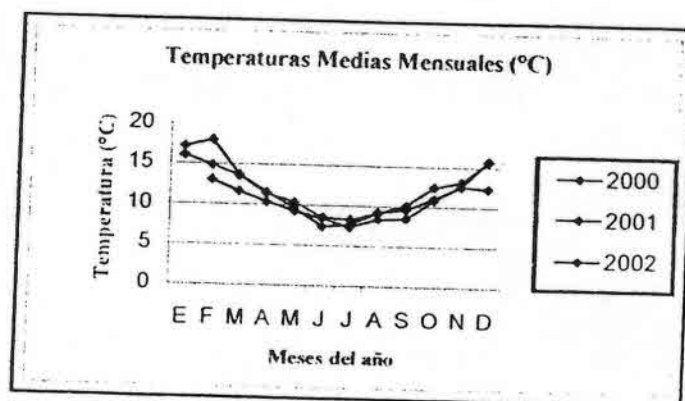


Figura 4: Temperaturas medias mensuales (°C) registradas en la Estación Lautaro.

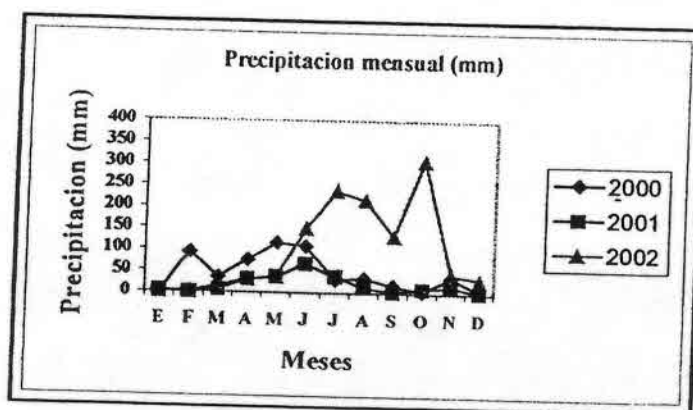
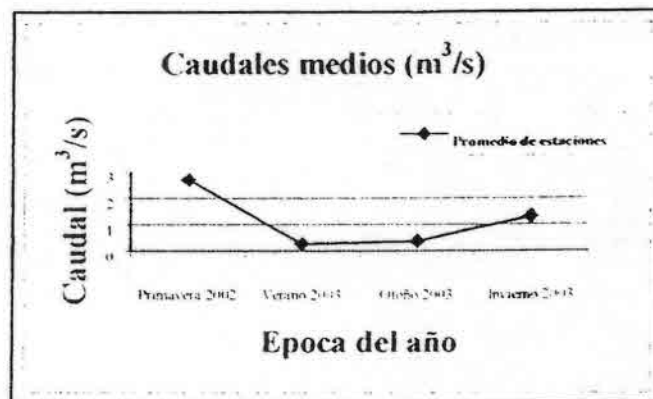


Figura 5: Precipitación mensual (mm) registradas en la estación Lautaro





**Figura 6.** Caudales medios ( $m^3/s$ ) registrados en las estaciones de muestreo del estero Peu Peu.

### 3.1.1 Descripción del Suelo

### 3.1.2 Series presentes en el área de estudio

De acuerdo a la información proporcionada por las 6 ortofotomosaicos que cubrían el área de estudio, correspondientes a Perquenco (3823 – 7222), Reducción cayul (3823 – 7213), Estero Chumil (3823 – 7204), Rariruca (3823 – 7155), Lautaro (3831 – 7222), y Muco Chureo (3831 – 7213) se encuentran definidas 12 tipos de series diferentes, de donde predomina la presencia de las series Metrenco (MTC), Agua Fria (AGF) y Misceláneo pantano (MP).

La serie Metrenco presenta suelos franco arcillo limoso, profundo de textura arcillosa, bien drenado y ligeramente ondulado. La serie Agua fría presenta suelos franco limoso, moderadamente profundo y con buen arraigamiento, mientras que la serie Misceláneo

pantano presenta suelos de difícil drenaje y con niveles freáticos próximos a la superficie durante todo el año.

### **3.1.2 Capacidad de uso de suelo**

De acuerdo a la información proporcionada por las ortofotos del sector, se constató que casi la mayoría del área de estudio pertenece a la capacidad de uso III y dentro de esta categoría, se impone la capacidad de uso IIIe. Esta capacidad presenta moderadas limitaciones en su uso y restringen la elección de cultivos, aunque pueden ser buenas para ciertos cultivos. La topografía varía de plana a moderadamente inclinada lo que dificulta severamente el riego; la permeabilidad varía de lenta a muy rápida (requieren prácticas moderadas de conservación y manejo).

### **3.1.3 Uso de suelo**

El área de la cuenca del estero Peu Peu se caracteriza por la presencia mayoritaria del uso agrícola con predominio del cultivo del trigo quedando solo zonas de parche con bosque nativo, plantación, renoval abierto y vegas. Las que se distribuyen en distintas proporciones a lo largo de los predios.

Tabla IX: Parámetros físico químicos y microbiológicos muestreados en las 5 estaciones en la época de Primavera (2002), Verano (2003), Otoño (2003) e Invierno (2003) en la cuenca del estero Peu Peu.

Epoca	Estación	T(°C)	Ph	Conductividad (Us/cm)	TDS (mg/L)	Turbidez (FTU)	O <sub>2</sub> disuelto (mg/L)	DBO5 (mg/L)	Nitritos (mg/L)	Nitratos (mg/L)	Residuo total (mg/L)	Fosfatos (mg/L)
Primavera	1	11,9	6,9	46,6	44,9	12,81	10,6	1,78	0,00038	0,5	64	0,061
Primavera	2	10,3	6,52	44,3	44,4	9,11	12,95	1,58	0,0004	0,4	37	0,036
Primavera	3	9,8	5,77	40	40,1	5,1	10,73	1,75	0,00042	0,2	27	0,032
Primavera	4	8,9	6,9	58,3	21,4	5,69	11,34	1,25	0,00017	0,55	80	0,014
Primavera	5	9	6,25	51	42,8	5,1	11,28	0,79	0,00034	0,31	76	0,023
Verano	1	22,8	7,84	86,2	86,2	4,11	9,8	0,76	< 0,01	0,1	126	< 0,2
Verano	2	18,2	7,5	61,3	66,6	3,98	9,5	0,232	< 0,01	0,18	115	< 0,2
Verano	3	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
Verano	4	15,4	7,69	63,1	64,8	5,27	10,2	1,2	< 0,01	0,26	126	< 0,2
Verano	5	16	7,55	74,8	79,2	6,85	10,7	1,18	< 0,01	0,14	171	< 0,2
Otoño	1	10,1	6,7	70	66	16	9,3	1,39	< 0,01	0,54	92	< 0,2
Otoño	2	8,6	6,7	66,5	62	27	8,93	1,36	< 0,01	0,70	87	< 0,2
Otoño	3	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
Otoño	4	8,3	6,47	60,7	60	35	8,74	1,77	< 0,01	0,82	86	< 0,2
Otoño	5	7,7	6,26	60,5	50	25	7,62	1,75	< 0,01	0,69	111	< 0,2
Invierno	1	9,7	5,03	36,1	34	2,7	11,9	1	< 0,1	1,43	96	< 0,2
Invierno	2	9,5	5,23	31,1	30	1,26	13,5	1,45	< 0,1	1,18	96	< 0,2
Invierno	3	9,7	4,8	28,2	26	2,9	14,6	1,6	< 0,1	0,71	66	< 0,2
Invierno	4	8	5,36	29,5	28	1,2	14,1	2,1	< 0,1	1,30	122	< 0,2
Invierno	5	8,5	5,3	42,9	40	3,42	14,2	2,05	< 0,1	0,96	86	< 0,2

(\*) Cauce en periodo de sequía

Continuación Tabla IX...

Epoca	Estación	Nitrógeno Amoniacal (mg/L)	Color (U Pt CO)	Coliformes (NMP/100ml)	Alcalinidad (ppm Ca CO <sub>3</sub> )	Dureza total (ppm Ca CO <sub>3</sub> )	Clastos (cm)	Caudales (m <sup>3</sup> /s)
Primavera	1	0,0078	15.16	73	38	32	10.53	(*) <sub>1</sub>
Primavera	2	0	14	283.3	38	29	(*) <sub>1</sub>	2.7
Primavera	3	0,0052	17,6	28.3	33	23	(*) <sub>1</sub>	(*) <sub>1</sub>
Primavera	4	0,0052	1.25	199	38	25	(*) <sub>1</sub>	(*) <sub>1</sub>
Primavera	5	0,016	0.74	53.3	43	32	14.26	2.7
Verano	1	< 0,1	55	680	103	82,08	15	0,4
Verano	2	< 0,1	39	440	88.9	87	8	0,34
Verano	3	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
Verano	4	< 0,1	43	650	70	78,08	18	(*) <sub>1</sub>
Verano	5	< 0,1	69	789	97	80.74	16	0,11
Otoño	1	< 0,1	43	6200	81.5	88.59	15	0,54
Otoño	2	0,1	45	865	73.5	72	8	0,4
Otoño	3	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
Otoño	4	< 0,1	53	2300	69,38	69,4	18	0,34
Otoño	5	< 0,1	60	495	85	83,91	16	0,28
Invierno	1	< 0,1	33	1045	0,01	54,05	15	2,5
Invierno	2	< 0,1	31	4639	0,01	70,07	8	2,4
Invierno	3	< 0,1	45	1285	0,01	66,07	(*) <sub>1</sub>	0,1
Invierno	4	< 0,1	23	675	0,01	62,06	18	1,10
Invierno	5	< 0,1	36	735	0,01	68,07	16	0,5

(\*) Cauce en periodo de sequía.

(\*)<sub>1</sub> Sin datos.

**3.2 Determinación de los parámetros físicos químicos y microbiológicos en las 5 estaciones de muestreo para cada una de las épocas del año.**

**Temperatura (°C):** Según los datos recogidos en terreno y registrados en la Tabla XI, el máximo valor del parámetro es de 22°C en la estación 1 en la época de Verano y la mínima temperatura correspondió a 7.7 °C en la estación 5 en Otoño.

**Conductividad (uS/cm):** Se registra el máximo valor de 86.2uS/cm en la estación 1 en la época de Verano y el mínimo valor correspondió a 28.2 uS/cm en estación 3 en Invierno.

**Turbidez (FTU):** Este parámetro registró su máximo valor de 35 FTU en la estación 4 en la época de Otoño 2003 y el mínimo valor se presentó en la estación 4 en Invierno.

**Color (UPT Co):** Presentó su máximo valor de 69 UPT Co en la estación 5 en Verano y el mínimo se registró en estación en Primavera alcanzando un valor de 14 UPT Co.

**Caudales (m<sup>3</sup>/s):** El máximo caudal se registró en Primavera en la estación 2 alcanzando un valor de 4.50m<sup>3</sup>/s, mientras que el mínimo caudal se presentó en la estación 3 en Verano con un valor de 0.1 m<sup>3</sup>/s.

**Clastos (cm):** La medición de clastos registró los máximos tamaños en la estación 5 alcanzando un valor (promedio) de 15 cm, mientras que los clastos más pequeños se presentaron en la estación 2

### **3.2.2 Parámetros químicos.**

**pH:** El valor mínimo fue de 4.8 en la estación 3 en Invierno y el máximo valor se registró en 7.89 en la estación 1 en Verano.

**Oxígeno disuelto (mg/L):** El valor mínimo correspondió a 7.62 mg/L en la estación 5 en Verano y el máximo registrado fue de 14.6 mg/L en la estación 3 en Invierno.

**DBO<sub>5</sub> (mg/L):** El valor máximo fue de 2.1 mg/L en la estación 4 en Invierno y el mínimo se registró en 0.176 mg/L en la estación 1 en Verano.

**Residuos totales (mg/L):** El valor máximo fue 171 mg/l en la estación 5 en Verano y el mínimo fue de 66 mg/L en la estación 3 en Invierno.

**Sólidos totales disueltos (mg/L):** Registraron su máximo valor de 44.9 mg/L en estación 1 en Primavera, el mínimo recogido corresponde a 13mg/l en la estación 2 en Invierno.

**Nitrito y Nitrógeno amoniacal(mg/L):** No registró máximos ni mínimos valores en las estaciones de muestreo, ni en alguna época en particular, debido a que los datos



analizados en laboratorio arrojaron un valor  $< 0.01$  mg/L para las 5 estaciones de muestreo en las 4 épocas del año que corresponden a Primavera, Verano, Otoño y Invierno.

**Nitratos (mg/L):** Los datos presentaron su máximo valor de 1.43 mg/L en estación 1 en Invierno, mientras que el mínimo valor para este parámetro fue de 0.1 en la estación en Verano.

**Fosfatos (mg/L):** Este parámetro registró un rango de 0.2 mg/L en las 5 estaciones de muestreo, en las respectivas épocas del año.

**Alcalinidad (ppm  $\text{CaCO}_3$ ):** El valor máximo fue de 69.38 en la estación 4 en Otoño y el mínimo correspondió a 23 en la estación 3 en Primavera.

**Dureza Total (ppm  $\text{CaCO}_3$ ):** El valor máximo fue de 89 mg/L en la estación 1 en Otoño, el mínimo fue de 54.05 en estación 1 en Invierno 2003.

### **3.2.3 Parámetros microbiológicos.**

**Coliformes fecales(NMP/ml):** Los datos de coliformes fecales registraron lo siguiente el valor máximo correspondió a 4639 NMP/ml en la estación 2 en Invierno y el mínimo alcanzó un valor de 73 NMP/ml en la estación 1 en la época de Primavera.

3.2.4 Clasificación de los parámetros físico químicos para cada una de las estaciones de muestreo, de acuerdo a las clases de calidad, asociadas a la protección de las aguas continentales superficiales para la protección y conservación de las comunidades acuáticas.

Tabla X: Estaciones de muestreo 1 y 2.

Parámetro	Unidad	Clase excepcional	Clase 1	Clase 2	Clase 3
Temperatura	Variación ° C	< 0.5	1.5	1.5	3
PH	Unidad	6.5 – 8.5	6.5 – 8.5	6.5 – 8.5	6.5 – 8.5
DBO <sub>5</sub>	mg/L	< 2	5	10	20
Oxígeno disuelto	mg/L	> 7.5	7.5	5.5	5
Conductividad	uS/cm	< 600	750	1500	2250
Color	Pt - Co	< 16	20	100	> 100
Sólidos disueltos totales	mg/L	< 400	500	1000	1500
Nitrito	mg/L	< 0.05	0.06	> 0.06	> 0.06
Coliformes fecales	NMP/100 ml	< 200	1000	2000	5000

Tabla XI: Estación de muestreo 3

Parámetro	Unidad	Clase excepcional	Clase 1	Clase 2	Clase 3
Temperatura	Variación ° C	< 0.5	1.5	1.5	3
PH	Unidad	6.5 – 8.5	6.5 – 8.5	6.5 – 8.5	6.5 – 8.5
DBO <sub>5</sub>	mg/L	< 2	5	10	20
Oxígeno disuelto	mg/L	> 7.5	7.5	5.5	5
Conductividad	uS/cm	< 600	750	1500	2250
Color	Pt - Co	< 16	20	100	> 100
Sólidos disueltos totales	mg/L	< 400	500	1000	1500
Nitrito	mg/L	< 0.05	0.06	> 0.06	> 0.06
Coliformes fecales	NMP/100 ml	< 200	1000	2000	5000

**Tabla XII:** Estaciones de muestreo 4 y 5

Parámetro	Unidad	Clase excepcional	Clase 1	Clase 2	Clase 3
Temperatura	Variación ° C	< 0.5	1.5	1.5	3
PH	Unidad	6.5 – 8.5	6.5 – 8.5	6.5 – 8.5	6.5 – 8.5
DBO <sub>5</sub>	mg/L	< 2	5	10	20
Oxígeno disuelto	mg/L	> 7.5	7.5	5.5	5
Conductividad	uS/cm	< 600	750	1500	2250
Color	Pt - Co	< 16	20	100	> 100
Sólidos disueltos totales	mg/L	< 400	500	1000	1500
Nitrato	mg/L	< 0.05	0.06	> 0.06	> 0.06
Coliformes fecales	NMP/100 ml	< 200	1000	2000	5000

Los valores máximos y mínimos aquí expresados están referidos a lo establecido por la Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la Protección y Conservación de las Aguas Continentales, cuya promulgación se encuentra actualmente en tramitación.

### 3.3 Vegetación de la ribera Norte identificada en la cuenca.

Corresponde principalmente al estrato arbóreo en donde predominan las especies nativas, pudiéndose mencionar a: *Nothofagus dombeysi* (coihue) que en la estación 1 (fotografía 1a) alcanza una cobertura del 40%, *Nothofagus obliqua* (roble) que presenta cobertura del 15% en la estación 2 (fotografía, 1b) y del 30% en la estación 1. Las especies exóticas como *Eucalyptus globulus* (pino) se registraron con una cobertura del 40% en la estación 4 (fotografía, 1d). En relación al estrato arbustivo las especies que predominan con una cobertura del 40-50% corresponden a *Chusquea quila* (quila) y *Rubus ulmifolius* (zarzamora) presentes en las estaciones de muestreo, 4 (fotografía, 1d) y 5 (fotografía, 1e). Las especies arbustivas nativas tales como *Lomatia dentata* (avellanillo) y *Aextoxicom punctatum* (olivillo) registraron una cobertura menor en la cuenca (Tabla XIII)

Tabla XIII: Vegetación identificada en la ribera Norte de la Cuenca del estero Peu Peu.

Estrato Arbóreo		Cobertura (%) por estación de muestreo					
Familia	Nombre Común	Nombre Científico	Estación 1	Estación 2	Estación 3	Estación 4	Estación 5
Fagáceas	Coihue	<i>Nothofagus dombeysi</i>	40				
Fagáceas	Roble	<i>Nothofagus obliqua</i>	30	15	5	5	10
Lauráceas	Peumo	<i>Cryptocarya alba</i>			10	10	
Mirtáceas	Arrayán	<i>Luma apiculata</i>					
Mirtáceas	Pitra	<i>Myrceugenia exsucca</i>		10		10	10
Mirtáceas	Eucaliptus	<i>Eucalyptus globulus</i>				25	
Verbenáceas	Arrayán macho	<i>Rhaphithamnus spinosus</i>			15	5	
Winteráceas	Canelo	<i>Drimys winteri</i>					20
Estrato Arbustivo							
Aextoxicáceas	Olivillo	<i>Aextoxicom punctatum</i>			15		
Gramíneas	Quila	<i>Chusquea quila</i>	50	15	20	45	20
Proteáceas	Avellanillo	<i>Lomatia dentata</i>		5	10	5	
Rosáceas	Zarzamora	<i>Rubus ulmifolius</i>	45	10	5	10	40

### 3.3.1 Vegetación encontrada en la ribera Sur de la cuenca.

La ribera Sur de la cuenca del estero Peu Peu está conformada principalmente por el estrato arbustivo, en el cual predominan las especies *Chusquea quila* (quila) y *Rubus ulmifolius* (zarzamora) con coberturas entre 10 –25%. En el estrato arbóreo *Nothofagus dombeyi* (coihue) presenta escasa cobertura en las estaciones 1 (Fotografía 1a) y 3 (Fotografía 1c); las especies arbóreas nativas como *Eucryphia cordifolia* (ulmo) y *Nothofagus obliqua* (roble) se identificaron con coberturas pequeñas del 5 – 15% repartidas en cada una de las estaciones de muestreo (Tabla XIV)

Tabla XIV: Vegetación identificada en la ribera Sur de la Cuenca del estero Peu Peu

Estrato Arbóreo				Cobertura (%) por Estación de Muestreo			
Familia	Nombre Común	Nombre Científico	Estación 1	Estación 2	Estación 3	Estación 4	Estación 5
Eucrífiaceas	Ulmo	<i>Eucryphia cordifolia</i>		5			5
Fagáceas	Coihue	<i>Nothofagus dombeyi</i>	20		10		
Fagáceas	Roble	<i>Nothofagus obliqua</i>	10	5	15		10
Mirtáceas	Tepu	<i>Tepualia stipularis</i>				5	10
Winteráceas	Canelo	<i>Drimys winteri</i>				10	
Estrato Arbustivo							
Aextoxicáceas	Olivillo	<i>Aextoxicom punctatum</i>	10				
Araliáceas	Sauco	<i>Pseudopanax loetevivens</i>				15	
Celástreaceas	Maitén	<i>Maytenus boaria</i>			25	10	
Flacourtiáceas	Roblecillo	<i>Azara microphylla</i>			10	5	
Gramíneas	Quila	<i>Chusquea quila</i>	25		15	10	20
Lauráceas	Peumo	<i>Cryptocarya alba</i>			10	10	
Monimiáceas	Tepa	<i>Laureliopsis philipiana</i>			10	5	
Proteáceas	Avellanillo	<i>Lomatia dentata</i>		5		10	
Rosáceas	Zarzamora	<i>Rubus ulmifolius</i>	15		10		25



**Fotografía 1a.** Estación 1 de muestreo

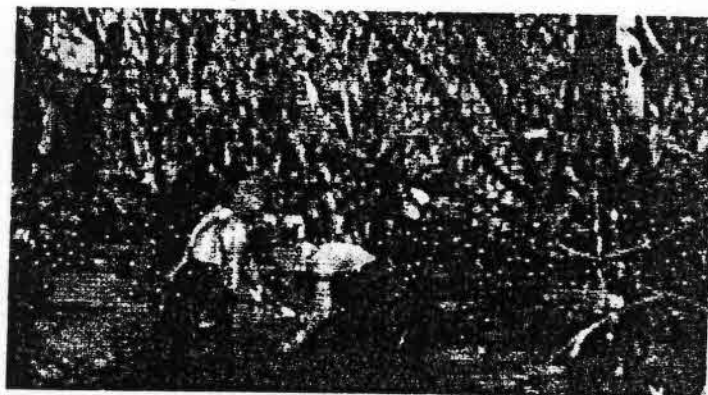


**Fotografía 1b.** Estación 2 de muestreo

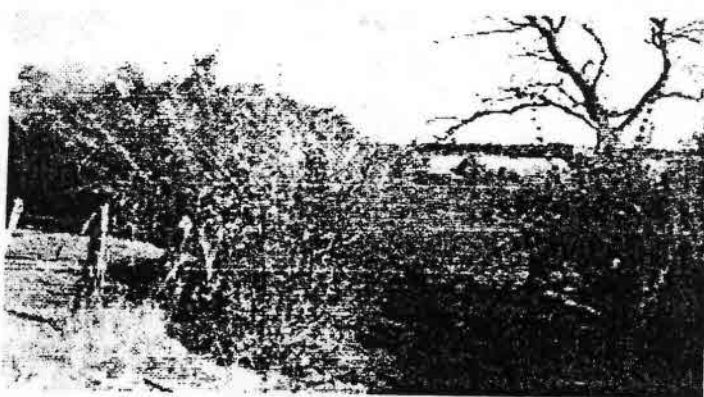


**Fotografía 1c.** Estación 3 de muestreo.





**Fotografía 1d.** Estación 4 de muestreo.



**Fotografía 1e.** Estación 5 de muestreo.

# **MACROZOOBENTOS, PECES Y CONTAMINACIÓN DE ECOSISTEMAS ACUÁTICOS CONTINENTALES**

Carlos G. Jara. Maritza Mercado y Mariano Grandjean;  
Instituto de Zoología, Universidad Austral de Chile,  
Valdivia. Marzo de 2002

# MACROZOOBENTOS, PECES Y CONTAMINACIÓN DE ECOSISTEMAS ACUÁTICOS CONTINENTALES

Carlos G. Jara, Maritza Mercado y Mariano Grandjean. Instituto de Zoología. Universidad Austral de Chile. Valdivia. Marzo de 2002

## I.- INTRODUCCIÓN

En los ecosistemas de aguas continentales la **materia orgánica** tiene diferentes orígenes dependiendo de si es **producida** dentro del cuerpo acuático (producción primaria y secundaria **autóctona**) o fuera de él (producción primaria y secundaria **alóctona**). La materia orgánica alóctona tiene enorme importancia en ríos de primer y segundo orden con densa cubierta vegetal ribereña, como es el caso en el sur de Chile.

El rol de **consumidores** de materia orgánica es cumplido tanto por organismos de tamaño microscópico (bacterias, hongos, protistas), como de tamaño medio o grande (hongos y animales de diferente filiación). Para efectos prácticos se ha **convenido** en considerar **micro** a organismos que pasan a través de una malla de 40  $\mu$  de trama, **meso** a aquellos organismos que pasan a través de una malla de 500  $\mu$  pero son retenidos por malla de 40  $\mu$ , y **macro** a aquellos que son retenidos por una malla de 500  $\mu$  (Hauer & Lamberti, 1996).

La acción de los consumidores tiene diferentes connotaciones funcionales dependiendo del nivel en que se produce su acción dentro de la **trama trófica** del ecosistema. Así, los **consumidores primarios** depredan sobre organismos **autótrofos** mientras que los **consumidores secundarios** son **carnívoros** de diferente nivel dependiendo de si ellos son o no depredados. Se califica de **depredador tope** a aquella(s) especie(s) que depreda pero no es depredada dentro del sistema. Por último, los **consumidores terminales** de materia orgánica son microorganismos a los cuales se califica de **reducidores**, **remineralizadores** o **recuperadores** en tanto destruyen la materia orgánica facilitando la liberación de los minerales contenidos en ella (C, P, N, Si, Mg, etc.), los que quedan a disposición de los autótrofos (foto y quimiosintetizadores) para generar materia orgánica *de novo*.

En ríos y lagos un conjunto importante de consumidores se encuentra sobre el fondo, constituyendo la comunidad conocida como **macrozoobentos**. Principalmente compuesta por invertebrados, en su conjunto ocurren todas las interacciones ecológicas relativas a consumo, desde consumidores primarios a depredadores tope, de manera que entre ellas hay un alto grado de especialización y de interacción. A su vez, los **peces**, de los que hay tanto de vida bentónica como de vida pelágica, constituyen un gremio de consumidores generalmente de nivel medio a superior que **depredan sobre el macrozoobentos**, aunque también hay peces **ictiófagos** que se alimentan de otros peces. En este sentido el **macrozoobentos es productor de materia orgánica y tal producción sostiene al menos en parte la producción de peces** que, en último término, es el principal recurso orgánico acuático aprovechado directamente por los humanos.

En el macrozoobentos limnético se encuentran representados prácticamente todos los phyla animales, con excepción de algunos grupos de distribución exclusivamente marina (Equinodermos, Braquiópodos, Quetognatos, Hemicordados y Cefalocordados). Empero, en la mayor parte de los cuerpos limnicos el grupo de invertebrados más diverso y abundante son los insectos, representados esencialmente por estados preadultos (larvas y ninfas)

La composición taxonómica del macrozoobentos y de la comunidad ictica en aguas continentales pristinas varía naturalmente de acuerdo a las condiciones microambientales propias de los cuerpos acuáticos y está condicionada por la historia zoogeográfica del área en que se insertan tales cuerpos. Sin embargo, la composición de ambos conjuntos faunísticos puede ser modificada por la **contaminación** del medio acuático por introducción de materias, sustancias o productos derivados de la actividad humana, por efecto del uso del agua y **adición de energía** (calor) a ella, y por efecto de **alteraciones de la forma y naturaleza del cauce** del cuerpo acuático o de la **red hídrica de la cuenca** (construcción de represas y canalización de cauces). También repercuten en la composición taxonómica y en el balance másico de estas comunidades las **alteraciones de la calidad del suelo y del drenaje**, fuera del límite inmediato del río o del lago en consideración, por efecto de **urbanización** y por **obliteración o reemplazo de la cubierta vegetal**, especialmente la ribereña (reemplazo de selvas y bosque nativo por plantaciones exóticas; desertización), las que alteran el ciclo hídrico y el flujo de nutrientes desde la superficie de la cuenca a los cuerpos acuáticos.

Así, el conocimiento del macrozoobentos y de la comunidad ictica tiene valor en al menos dos contextos, i.e., **comprender el rol de la comunidad bentónica** y de cada uno de sus componentes en la ecología del cuerpo acuático y su rendimiento para la producción de peces, y **servir de indicador del estado de conservación / perturbación del cuerpo acuático**. La segunda función está indisolublemente ligada a la primera, particularmente a la **determinación de las especies que componen la comunidad y al conocimiento de sus biología**s. Sólo con tal conocimiento previo es posible definir el valor de algunas de esas especies como **bioindicadores**, o, alternativamente estimar/valorar su contribución como **productores**.

### III.- ELEMENTOS BASICOS DE ECOLOGÍA FLUVIAL

Dado que gran parte del trabajo de campo referido a macrozoobentos lo realizaremos en aguas corrientes, se entrega a continuación una brevisima reseña de los factores y condiciones presentes en el ambiente fluvial y que lo hacen diferir del ambiente lacustre.

**Ríos y arroyos son cuerpos limnéticos consistentes en un flujo permanente y unidireccional de agua.** Dicho flujo se mantiene por la persistencia del aporte de agua desde las fuentes y por la diferencia de altura entre éstas y el desagüe. El flujo (**gasto o caudal**) puede fluctuar ampliamente por diversas causas pero por sí solo determina la estructura del lecho del cauce, mientras que la geomorfología y el clima del área determinan la conformación y extensión de la cuenca de drenaje. En general, el caudal y la profundidad del sistema fluvial aumenta progresiva-mente desde las fuentes o **crenon** hasta la desembocadura o **potamon**, intercalándose entre ambos extremos el **rithron** o **ritral**, que en relieves montañosos como el chileno adquiere gran extensión e importancia.

**La velocidad del flujo de agua depende directamente de la pendiente o inclinación del cauce.** A mayor pendiente mayor velocidad y a mayor velocidad mayor capacidad de empuje o arrastre. Así, la capacidad erosiva del agua determina la calidad del sustrato. **El tamaño de los clastos que componen el lecho es directamente proporcional a la velocidad de la corriente.** Sin embargo, la dinámica propia del agua en movimiento (hidráulica) y su interacción con el sustrato determina que a lo largo del río se sucedan **área remansadas** o pozones y **áreas de corriente** o rápidos, proporcionando condiciones diferentes para la instalación del macrozoobentos y de los peces. En los rápidos predomina el sustrato de grano grueso y en los remansos se deposita sedimento fino, especialmente detrito orgánico microparticulado. **De allí que a lo largo del río la distribución espacial de las poblaciones de especies bentónicas sea típicamente en parches.**

**La distribución del oxígeno en la corriente tiende a ser homogénea por efecto de la mezcla inducida por la turbulencia.** La turbulencia es máxima en los rápidos y allí se produce la mayor parte del ingreso de oxígeno por disolución. En zonas remansadas, en cambio, la deposición de materia orgánica induce alta actividad de microorganismos y por ende consumo de oxígeno (**DBO**). Ello explica que en remansos de gran tamaño pueda existir sustrato subsuperficial fuertemente **reducido** (negro) y desprendimiento de burbujas de anhídrido carbónico y metano ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ) desde el fondo.

**La cantidad de luz que penetra la columna de agua corriente y alcanza el sustrato depende de la turbidez del agua, y de la densidad y altura de la vegetación ribereña en relación al ancho del cauce.** Toda vez que la cantidad de luz es limitada también lo es la instalación de autótrofos sobre el sustrato. En tramos muy sombreados la producción primaria autotrófica puede ser insignificante y en tal caso predominan allí los procesos reductivos (respiración).

**La materia orgánica** (autotrófica y heterotrófica) consumida por los animales bentónicos experimenta reducción progresiva del tamaño de partícula a medida que transita río abajo. Tanto animales como vegetales son inicialmente de tamaño grande (**POG** o **CPOM**, partícula orgánica gruesa). La **manducación** a que son sometidos por los animales que los depredan reduce su tamaño de acuerdo al tamaño de las piezas bucales y a la capacidad del



tubo digestivo de los **depredadores**. El material fecal resultante es evacuado, dispersado por la corriente, acumulado en remansos y colonizado por microorganismos (bacterias y hongos). Las partículas, enriquecidas por el desarrollo de una microcapa superficial de biomasa fresca, vuelven a ser disponibles y apetecibles para especies zoobénticas **consumidoras de depósito**. En ellas los procesos digestivos aprovechan la biomasa de microorganismos y defecan partículas más reducidas (POF o **FPOM**, partícula orgánica fina) que vuelven a experimentar el proceso descrito más arriba. La reducción progresiva de la materia orgánica termina en la remineralización y/o disolución (MOD o **DOM**, materia orgánica disuelta) por la acción de microorganismos tanto bentónicos como "pelágicos" sobre ella. Esta cadena de procesos se asocia a diferentes **gremios de consumidores**, desde los que consumen partículas grandes (**shredders** o desmenuzadores y depredadores), a los que raspan partículas desde la superficie de los clastos (**scrapers** o ramoneadores), a los que engullen sedimento fino o filtran micropartículas desde el agua (**collectors & filterers**). Dentro del macrozoobentos estos roles se distribuyen irrespectivamente de la filiación taxonómica de los animales, e implican **especializaciones** morfológicas, conductuales y fisiológicas que se asocian a la microdistribución de las especies en el cauce.

La **microdistribución** de los animales bentónicos también implica especializaciones funcionales asociadas con la velocidad de la corriente y la exposición a ella (las especies reófilas poseen mecanismos y conductas que les permiten vivir en medio de la corriente); con la disponibilidad de oxígeno y la tasa metabólica de los animales (los carnívoros cazadores tienen tasa metabólica alta y por ello se los encuentra en zonas de alta turbulencia y oxigenación; a la inversa, gusanos propios de ambientes reductores tienen hemoglobina en la hemolinfa (*Tubifex*); con la disponibilidad de refugio (los animales vermiformes son más frecuentes en sustrato fino, en el que entierran), etc. Las especializaciones también se reparten en la historia de vida de las especies, en las estrategias reproductivas, en las modalidades de crecimiento, etc. Todos estos aspectos guardan eventualmente relación con la **tolerancia** de las especies a alteraciones del medio o del microhabitat. En principio, **se puede suponer que la tolerancia a las perturbaciones no naturales es inversamente proporcional al grado de especialización de las especies**. El asunto es que para determinar el grado de tolerancia de las especies o de segmentos de la comunidad zoobentónica a las perturbaciones no naturales es preciso conocerles su biología y ecología.

Los **peces** también están especializados en la explotación de los recursos disponibles para ellos en ríos y lagos. En Chile la ictiofauna de aguas continentales está compuesta por un número relativamente bajo de especies, entre las que se cuentan especies **nativas** y especies **exóticas** o introducidas. Entre las especies nativas las hay "pelágicas", como pejerreyes (*Basilichthys australis*), farionelas o peladillas (*Aplochiton taeniatus*) y puyes (*Galaxias maculatus*); demersales, como percatrucha (*Percichthys trucha*), puye grande (*Galaxias platei*) y carmelita (*Percilia* spp.), que viven cerca del fondo; y bentónicas, como los bagres (*Diplomyste chilensis*, *Nematogenis inermis*, *Bullockia maldonadoi* y *Pygidium maculatum*) que viven en contacto con el sustrato. En zonas remansadas y lagunas marginales de baja profundidad se encuentran pececillos como pochas (*Cheirodon* spp.) y puyecitos (*Brachygalaxias bullocki*). Entre las especies exóticas debemos contar todas las especies de salmónidos introducidas en Chile desde fines del siglo XIX hasta ahora, además de una serie de especies de otras filiaciones introducidas al país por diversos motivos y



circunstancias. Para efectos de este curso nos interesarán las truchas arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*), de origen norteamericano, y la trucha marrón (*Salmo trutta fario*), de origen europeo.

Ambas constituyen la oferta de peces de vida libre de mayor interés para los humanos en el territorio nacional. Distribuidas desde Arica a Tierra del Fuego, sus poblaciones sostienen la pesca deportiva legal y la pesca clandestina ilegal dondequiera sean accesibles a los pescadores. Ambas especies depredan sobre el zoobentos (productos autóctonos) y sobre insectos terrestres que caen a ríos y lagos desde las riberas (productos alóctonos). Ambas especies difieren en la utilización del espacio dentro del río y en la estrategia de captura. En ríos la trucha arcoiris explota los rápidos, donde se ubica a la espera de capturar larvas, ninfas e imagos emergentes arrastrados por la corriente. Trucha marrón, en cambio, explota las zonas ribereñas, donde se ubica a la espera de capturar insectos arrastrados por la corriente tanto desde dentro del río como desde fuera de él. Estas preferencias de hábitat se hacen más evidentes (segregación de hábitat) en localidades en que ambas especies coexisten en el mismo tramo de río.

#### IV.- MÉTODOS PARA EL ESTUDIO CUALITATIVO Y CUANTITATIVO DEL MACROZOOBENTOS DE AGUAS CONTINENTALES.

Los métodos de estudio más inmediatos se basan en **capturar los componentes del macrozoobentos para reconocerlos taxonómicamente, y contarlos para estimar su abundancia.**

Una visión de conjunto o **cualitativa** de la composición del macrozoobentos se obtiene en corto tiempo y con poco esfuerzo utilizando una red de saco arrastrada a contracorriente en un tramo de río.

La **cuantificación** o ponderación de la representación de cada especie en la comunidad bentónica se logra mediante instrumentos que extraen los animales desde un área de corte preestablecida. Esta condición se cumple empleando redes tales como la red **SURBER** o con el empleo de **DRAGA**.

Para facilitar el manejo de la red o de la draga es conveniente que ellas sean relativamente pequeñas. Con ello la cantidad de material a obtener es también pequeña, de manera que para alcanzar una **muestra representativa de la comunidad** debe **acumularse** un cierto número de unidades muestrales o **réplicas**. El número de réplicas debe guardar relación con la proporción de especies "raras" (representadas por pocos individuos en la comunidad). Idealmente el número de réplicas debería asegurar que, en su conjunto, se logre capturar especímenes de la mayor parte sino de todas las especies presentes en el área de interés.

Para extraer conclusiones acerca de la representación proporcional de las diferentes especies en la muestra es necesario aplicar **herramientas estadísticas** al conjunto de las réplicas. El **promedio** y la **desviación estandar** del número de especímenes de cada especie en el conjunto de réplicas (**n**) basta, en la mayor parte de los casos, para comparar números entre especies o entre sitios. Dado que habitualmente la distribución de los valores de las series de datos **no se ajusta a una distribución normal** ( $\text{varianza} > \text{promedio}$ ), debe recurrirse a **pruebas de hipótesis basadas en métodos no paramétricos**. Entre estos es frecuentemente empleado el **U-test** de Mann-Whitney, que consiste en la **comparación de la suma de rangos**, cuya diferencia se evalúa con respecto a una **tabla de valores críticos** (Elliot, 1977; Brower & Zar, 1977).

La **determinación taxonómica** de las especies se hace habitualmente con ayuda de **claves** preparadas por especialistas. La disponibilidad de tal material depende del conocimiento detallado de la diversidad y taxonomía de las especies zoobentónicas en cada lugar del planeta. **En Chile este tema está aún en estado precario de desarrollo ya que no existe el número mínimo de zoológicos especialistas que den cuenta de esta fauna a nivel de especie.** Por este motivo, y considerando el corto tiempo disponible para interiorizar a los alumnos de este curso en complejidades taxonómicas, el reconocimiento de los componentes del zoobentos se hará discriminando los animales por su morfología gruesa. En ello serán asistidos por los instructores.

## V.- BIOINDICADORES Y TÉCNICAS PARA CALIFICAR EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL AMBIENTE LIMNÉTICO POR REFERENCIA AL MACROZOOBENTOS.

El concepto de especie indicadora es de vital importancia en el uso de macroinvertebrados en monitoreos biológicos. "Especie indicadora" la definiremos como especie (o conjunto de especies) que tienen un particular requerimiento en relación de variables físicas o químicas tales que cambios en la presencia/ausencia, número, morfología, fisiología o comportamiento de esas especies indican que las variables físicas o químicas están por fuera de los límites acostumbrados o normales. El factor o factores que regulan la abundancia de la población o presencia/ausencia pueden actuar en cualquier estado del ciclo de vida y puede ser de origen abiótico (ej. variables químicas:  $O_2$ , H o concentración de metales trazas; variables físicas: sedimentación) o biótico (ej. competencia, depredadores, parasitismo).

Idealmente, organismos indicadores son aquellas especies que tiene una tolerancia ambiental estrecha y específica. La principal suposición subyacente en el uso de organismos indicadores (o en el uso de composición de especies o comunidades) para pruebas de calidad de aguas es que la presencia del indicador es un reflejo de su ambiente. Así su presencia en abundancia significa que sus requerimientos físicos, químicos y nutricionales están siendo cumplidos. Además, si se conocen los factores ambientales que son limitantes de las especies involucradas, la presencia del organismo indicará condiciones ambientales específicas. A la inversa, organismos que tienen una amplia tolerancia por diferentes condiciones ambientales y cuyos patrones de distribución o abundancia son levemente afectadas por variaciones sustanciales en la calidad del ambiente, no son buenos indicadores. Mientras la presencia de una especie nos asegura que ciertas condiciones mínimas han sido reunidas, la ausencia de una especie no nos indica, por el contrario, que los factores ambientales críticos no han sido reunidos. La ausencia de un taxon podría ser el resultado de una barrera geográfica (es posible que un animal que no ha sido introducido en el área pudiera sobrevivir perfectamente si lo fuera), o por la ocupación de su nicho funcional (exclusión competitiva por iguales requerimientos ecológicos) o por eventos normales del ciclo de vida (poblaciones abundantes pueden bajar sus densidades como resultado de las emergencias, o presión intensiva de depredación o altas tasas de parasitismo).

Un indicador "ideal" debería cumplir con las siguientes características:

1. **Validez taxonómica y fácil reconocimiento:** la incerteza taxonómica dificultará el monitoreo a largo plazo y la interpretación entre sitios.
2. **Distribución cosmopolita o distribución que involucre una analogía ecológica:** La elección de una especie cosmopolita permitirá estudios comparativos regionales, nacionales o internacionales.
3. **Abundancia numérica:** La abundancia numérica de una especie indicadora facilita muestrearla y también estimar conclusiones cuantitativas de los patrones de distribución.
4. **Baja variabilidad genética y ecológica:** Los indicadores deberían tener estrechas demandas ecológicas.

5. **Tamaño corporal grande:** Esto facilita colectarlo e identificarlo.
6. **Movilidad limitada y ciclo de vida manejable:** Esto permitirá una fácil integración de las escalas especiales y temporales.
7. **Características ecológicas deben ser bien conocidas:** Un respaldo de información fisiológica y autoecológica deben ser bien estudiadas y conocidas previamente.
8. **Propicio para su uso en estudios de laboratorio:** Permitiría la investigación de la causalidad.

En relación con los métodos sobre índices bióticos, existe una gran diversidad de metodologías, existen algunos basados en la identificación hasta nivel de especie y otros hasta nivel de familias, pero tienen en común el uso de la relación densidad y diversidad de los taxa. A modo de ejemplo y ejercicio mencionaremos el Índice Biótico de Hilsenhoff (1988) en base a familias y cuya fórmula es:

$$IBH = \sum \frac{n_i a_i}{N}$$

en donde:

$n_i$  = es el número de individuos del taxon "i"  
 $a_i$  = valor de tolerancia del taxon "i" (Tabla 1, adjunta)  
 $N$  = es el número total de individuos de la muestra

Los valores de índice biótico de 0,00 - 3,75 indica excelente calidad de agua  
 3,76 - 4,25 indica muy buena calidad de agua  
 4,25 - 5,00 indica buena calidad de agua  
 5,01 - 5,75 indica aceptable calidad de agua  
 5,76 - 6,50 indica medianamente pobre calidad de agua  
 6,51 - 7,25 indica pobre calidad de agua  
 7,26 - 10,00 muy pobre calidad de agua

La aplicación de este mismo test a nivel de especies es con la misma fórmula pero con los índices de tolerancias de especies y la categorización es la siguiente:

Los valores de índice biótico por debajo de 1,75 indica excelente calidad de agua  
 1,76 - 2,50 indica buena calidad de agua  
 2,51 - 3,75 indica aceptable calidad de agua  
 3,76 - 4,00 indica pobre calidad de agua  
 valores por sobre 4,00 indica serios problemas en la calidad del agua

Una aproximación complementaria del índice anterior en la evaluación ambiental es el Índice de Diversidad Media de Shannon-Weaver, este índice evalúa la diversidad de los taxa encontrados (riqueza de especies) y cuánto distan de una diversidad esperada (o composición de especies esperada). La fórmula es la siguiente:

$$\delta = \frac{C}{N} = (N \log_{10} N - \sum n_i \log_{10} n_i)$$

donde:

$C = 3,321928$  (convierte al log en base 10 a base 2)  
 $N$  = Número total de individuos  
 $n_i$  = número total de individuos de la especie "i"

Los resultados de este análisis deberán variar entre 0 a  $3.321928 \log N$ . Ya que el valor de diversidad media calculada es el resultado de la interacción de dos parámetros que pueden variar independientemente, es a menudo insensible a los cambios sutiles en la estructura de la comunidad. Por lo tanto, a menos que el ambiente haya sido modificado enormemente, la diversidad media ( $\delta$ ) tiene un valor limitado en detectar alteraciones en la estructura de la comunidad y sirve principalmente como un paso intermedio en los cálculos de un valor numérico para la composición de especies.

Para evaluar el componente de diversidad debido a la distribución de los individuos entre las especies (composición específica), el cálculo  $\delta$  debe ser comparado con máximo  $\delta$  basado en una distribución seleccionada arbitrariamente. La medida de redundancia propuesta por Margalef (1957) está basada en la proporción de  $\delta$  y un máximo hipotético registrado como si todas las especies fueran igualmente abundantes. En la naturaleza la igualdad de las especies es bastante improbable, por lo tanto Lloyd y Ghelardi (1964) proponen el término de "equidad" y compara  $\delta$  con un máximo basado en la distribución de MacArthur (1957) rompiendo el modelo. El modelo de MacArthur resulta en una distribución bastante frecuentemente observada en la naturaleza; uno con unas pocas especies relativamente abundantes e incrementa el número de especies representados por pocos individuos. Los datos obtenidos no prevén estar de acuerdo con el Modelo de MacArthur, ya que es solo una herramienta de medición con la cual comparar la distribución de las abundancias. Lloyd y Ghelardi (1964) diseñaron una tabla para determinar la equidad mediante la comparación del número de especies ( $S$ ) en la muestra con el número de especies esperado ( $S'$ ) de una comunidad que conforma el modelo de MacArthur. La fórmula es la siguiente:

$$e = \frac{S'}{S}$$

en donde

$S$  = es el número de taxa en la muestra

$S'$  = valor tabulado (buscar en tabla adjunta)

La equidad "e", calculada puede variar entre 0 y 1 excepto en el poco frecuente caso donde la distribución de una muestra es mas equitativa que la del modelo de MacArthur. Tal eventualidad dará un resultado de "e" mayor que 1, esta excepción se encuentra en muestras que contienen muchas taxa con pocos especímenes. El valor de "e" no es completamente independiente del tamaño de la muestra y no debería ser usado en muestras que contengan menos de 5 taxa.

La equidad "e" es muy sensible a pequeños cambios en la estructura de la comunidad. La equidad por sobre 0,5 indica aguas no afectadas por demandas de oxígeno mediante desechos. Incluso se han encontrado niveles leves de degradación para reducir la equidad por debajo de 0,5; generalmente bajo 0,3.



## **VI.- DESCRIPCIÓN DE LA TAREA A REALIZAR EN ESTE CURSO PRACTICO.**

### **VI.1 Determinación de la composición cuali y cuantitativa del macrozoobentos, de la ictiofauna y el contenido estomacal de los peces de ambiente fluvial (Lunes 11 y Martes 12 de marzo).**

Esta actividad se realizará en el río Mañío ("limpio") y en un arroyo contaminado por aguas servidas en la ciudad de Panguipulli. El Mañío es un río de segundo orden de carácter ritual, con bajo nivel de perturbaciones no naturales. Se comparará el macrozoobentos de un área de rápidos con un área de remanso, muestreando con red Surber. Cada alumno tomará dos unidades muestrales, una en cada zona de muestreo. Al mismo tiempo se muestreará la ictiofauna mediante pesca eléctrica. El mismo esquema de trabajo se aplicará en el arroyo "sucio".

#### **Procedimientos para el macrozoobentos:**

- \* Siguiendo las indicaciones del instructor, aplique la red sobre el sustrato y obtenga una submuestra de zoobentos en cada área de muestreo.
- \* Fije la submuestra en etanol 96%. Agregue una etiqueta de papel diamante escrita con lápiz grafito indicando área de muestreo y nombre del recolector. Conserve provisoriamente en una bolsa de plástico para transportarla al laboratorio.
- \* En el laboratorio, vacíe la submuestra en una bandeja. Reparta homogéneamente el material sobre el fondo. Enseguida divida el material en 4 porciones iguales.
- \* Traspase una porción a una placa de Petri, agregue etanol 70% y recolecte todos los animales que pueda reconocer picándolos con una pinza fina. Acumúlelos en otra placa con etanol 70%.
- \* Discrimine los animales por su forma y sepárelos, ordenándolos en grupos de iguales sobre una bandeja limpia.
- \* Con ayuda de claves proporcionadas por los instructores determine el nombre de los diferentes tipos de animales, cuente y registre el número de individuos de cada tipo.
- \* Traspase sus datos a tablas resumen por área de muestreo, agregándolos a los datos de sus compañeros de curso. Recuerde que debe multiplicar sus números por 4 si ellos son el resultado de sólo un cuarto de la submuestra!!

## **MUESTREO DE FAUNA ICTICA EN AGUAS CORRIENTES**

El objetivo de esta actividad es el aprendizaje en el empleo del equipo de pesca eléctrica en el muestreo de peces en ríos de aguas corrientes. Para, posteriormente, con las muestras que se obtengan, caracterizar los ambientes muestreados de acuerdo a la fauna ictica encontrada.

#### **Procedimiento.**

- Ubique un sector de río donde este bien representado un sector de rápidos (riffles) y pozones (pools).



- Mida con huincha el ancho y el largo de cada uno de los sectores elegidos (determinación del área a muestrear)
- Encienda y cargue en las espaldas el equipo portátil de pesca eléctrica, tome con ambas manos el "chinguillo" (anodo) y deje caer a una distancia entre dos a tres metros de Ud. la "cola de ratón" (cátodo).
- Realice un recorrido en cada sector del río, aguas arriba, haciendo un barrido que cubra el ancho previamente determinado. Capture todos los peces, a medida que salgan de sus escondites. Para evitar la pérdida de algunos ejemplares, se deberá acompañar al portador del equipo de pesca eléctrica, por dos personas provistos de chinguillos manuales. Estas deberán ubicarse una a cada lado y a unos 2 metros de distancia del operador del equipo; y su función será capturar todos aquellos ejemplares que no alcance a capturar el operador.
- Una vez obtenida la muestra de peces, en cada uno de los sectores muestreado, guarde la muestra en contenedores separados.

### **Trabajo con los peces**

- Identifique y separe las especies presentes (utilice las claves de identificación)
- Determine la longitud total y pese los ejemplares (asigne un número correlativo a cada pez y anote los registros en el protocolo adjunto)
- Disecte los ejemplares, verifique el sexo, estado de madurez y retire los estómagos (identifique cada estómago con el número correspondiente asignado a cada pez).
- Analice y separe los ítemes alimentarios que pueda identificar

### **Análisis de datos obtenidos**

Cálculos de densidad y biomasa.

Relacionar ictiofauna con los antecedentes de macrozoobentos (disponibilidad de alimento).

¿Sería factible la utilización de los peces como bioindicadores?

## **VI.2 Determinación de la composición cuali y cuantitativa del macrozoobentos, de la ictiofauna y el contenido estomacal de los peces de ambiente lacustre (Miércoles 13 de marzo).**

Esta actividad se realizará desde la noche del martes 12 en adelante, partiendo con la instalación de redes agalleras o trasmallos en el lago para capturar peces.

El miércoles 13 se hará el muestreo de macrozoobentos y de contenido estomacal de los peces.

### **Procedimientos para el macrozoobentos:**

- \* Siguiendo las indicaciones del instructor, embáquese y extraiga dos muestras de sedimento del fondo del lago, una en un área próxima al pueblo de Panguipulli (área "sucia") y otra en un área alejada del pueblo ("limpia"). Emplee para ello una draga EMERY de 5 kg. de peso.
- \* Arroje el contenido de la draga en un balde, agregue agua del lago y revuelva para suspender o hacer flotar los animales.
- \* Espere 1 a 2 minutos que decante el sedimento inerte y cuele el sobrenadante sobre un tamiz de 500  $\mu$ .
- \* Con ayuda de una piceta con etanol 70% traslade el filtrado a una bolsa plástica y etiquete.
- \* En el laboratorio, vacíe la submuestra en una bandeja. Reparta homogéneamente el material sobre el fondo. Enseguida divida el material en 4 porciones iguales.
- \* Traspase una porción a una placa de Petri, agregue etanol 70% y recolecte todos los animales que pueda reconocer picándolos con una pinza fina. Acumúlelos en otra placa con etanol 70%.
- \* Discrimine los animales por su forma y sepárelos, ordenándolos en grupos de iguales sobre una bandeja limpia.
- \* Con ayuda de claves proporcionadas por los instructores determine el nombre de los diferentes tipos de animales, cuente y registre el número de individuos de cada tipo.
- \* Traspase sus datos a tablas resumen por área de muestreo, agregándolos a los datos de sus compañeros de curso. Recuerde que debe multiplicar sus números por 4 si ellos son el resultado de sólo un cuarto de la submuestra!!

### **Procedimiento para peces:**

Los ya indicados para el análisis del contenido estomacal de los peces de río ¡!!

**VI.3.- Evaluación del estado de conservación de los ambientes fluviales y lacustre. Identificación de bioindicadores y aplicación de índices bióticos.**

**Procedimientos:**

- \* Aplicando las características de un ideal de indicador entregadas en los textos de apoyo intente definir una especie bioindicadora (o familia) detectada dentro de las muestras macrozoobentónicas obtenidas en los distintos ambientes tróficos. Verifique la fiabilidad de su decisión en base a la información que disponga. Proponga métodos alternativos.
- \* Aplicando el índice biótico de Hilsenhoff (1988) evalúe la calidad de los distintos cuerpos de aguas muestreados, para ello se le adjutará una tabla con valores de tolerancias de las familias. Verifique diversidad y equidad de las comunidades como complemento en la evaluación de las mismas y sus ambientes. Discuta los métodos aplicados.

## VII.- HERRAMIENTAS, CLAVES Y DOCUMENTOS

### Introducción

La biología y la ecología de las aguas continentales nos brinda información acerca de las características fisicoquímicas y de la flora y fauna asociadas a ella. A través de este tipo de estudios se puede conocer el nivel de eutroficación o contaminación de un cuerpo de agua, su potabilidad para el consumo humano su grado de aceptabilidad para irrigación, para usos industriales, para piscicultura y demás actividades humanas relacionadas al campo hidrico.

Los ecosistemas acuáticos continentales, tanto lóticos como lénticos, más que ningún otro ecosistema, son los que han sufrido los mayores impactos causados por la actividad humana en las últimas décadas. Los desechos domésticos e industriales de una población en franco crecimiento, tienen como destino final los ríos y en último termino, el mar. Por este motivo, la fauna de muchos ríos del mundo ha desaparecido o se ha visto reducida de manera importante.

El uso de los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua, tiene cada vez más aceptación en el mundo entero y es uno de los métodos más usados para la evaluación de los impactos ambientales causado por el hombre en el desarrollo de los distintos ámbitos que en alguna medida van a afectar los ecosistemas acuáticos.

El conocimiento de la fauna bentónica sudamericana aún es escasa e incompleta. Chile no escapa a esta situación, se ve la creciente necesidad de abordar estos temas para que previo a aplicar métodos de evaluaciones ambientales conozcamos quienes componen nuestra fauna y cómo se organizan en cada uno sus ambientes y poder recién reconocer una alteración de sus comunidades.

### Características del macrozoobentos

Los invertebrados bentónicos comprenden un grupo heterogéneo de animales que habitan en la interfase agua/sedimento del fondo de los ambientes acuáticos. Ellos varían en tamaño de formas pequeñas y difíciles de ver sin la amplificación a individuos bastante grandes que se ven sin dificultad y de acuerdo a sus tamaños se clasifican en micro, meso y macrozoobentos. El macrozoobentos corresponde a los organismos mayores de 500  $\mu\text{m}$  en el que se incluyen estados larvales de insectos y algunos adultos acuáticos en ciertos grupos, anélidos, moluscos, pequeños crustáceos, etc. Son muy sensibles al estrés ambiental, presentan poca movilidad, ciclos de vidas cortos, son de fácil colecta. Ellos reflejan, comunitariamente, una función del pasado reciente, lo que los hace muy útiles en la evaluación de las perturbaciones ambientales de cualquier tipo.

## **Taxonomía del Macrozoobentos**

**Phylum:** Platyhelminthes

**Clase:** Turbellaria

**Orden:** Tricladia

**Familia:** Dugesiidae

La mayoría de las especies sudamericanas se caracterizan por poseer una cabeza notoriamente triangular, con dos ojos y poseen un par de proyecciones auriculares prominentes y móviles en la cabeza. La clasificación de los tricládidos debe hacerse sobre especímenes vivos y para llegar a las categorías de género y especie se requiere hacer cortes histológicos. Habitan bajo piedras, troncos, ramas, hojas, en aguas poco profundas, tanto corrientes como estancadas. La mayoría de las especies viven en aguas bien oxigenadas, pero algunas especies como las del género *Dugesia* resisten una alta contaminación de origen orgánico. Hay una gran escasez de estudios sobre los tricládidos de Chile. Para Chile se conocen *Dugesia chilla*, *D. dimorpha*, *D. rincona*, *D. sanchezii*, *Planaria similis* y *Cura patagonica*.

**Phylum:** Nematomorpha

**Clase:** Nematomorpha (según Chitwood, 1959)

**Orden:** Gordioidea

**Familia:** Gordidae

Poseen formas alargadas y filamentosas y los adultos pueden medir entre 10cm y 70 cm de longitud, con un diámetro de 0,3 a 2,5 mm. Su coloración varía entre un color amarillento hasta muy oscuros casi negro. Viven en arroyos de corrientes limpias, enrollados en restos de vegetación y debajo de piedras. Este es un grupo poco estudiado, pero el género más conocido en Chile es *Gordius*.

**Phylum:** Annelida

**Clase:** Oligochaeta

**Orden:** Haplotaxida

Son organismos pequeños, con pocas quetas o ninguna. Las quetas varían en número y forma y tienen importancia de valor taxonómico, conjuntamente con la zona de gemación, forma y tamaño del prostomio y órganos reproductores. La mayoría de los oligoquetos viven en aguas fuertemente eutrofizadas por materia orgánica y con bajo contenido de oxígeno disuelto, lo que los hace importantes indicadores de contaminación acuática.

## Clave para Familias de Oligochaeta acuáticos

(basada en Clarence J. Goodnight, Fresh - water Biology y modificada por M. Mercado)

- 1a. Sin setas; con ventosa posterior; faringe con mandíbulas quitinosas ventral y dorsal; comensal de crustáceos ..... **BRANCHIOBELLIIDAE**
- 1b Con setas bien desarrolladas en la mayoría de los segmentos; sin ventosas o mandíbulas quitinosas ..... 2
- 2a Reproducción principalmente por gemación; cuando hay clitelo está presente en uno o mas segmentos del 5 al 8 (o en los segmentos 21 al 23 en **OPISTHOCYSTIDAE**); tamaño pequeño generalmente menores de 25 mm de longitud ..... 3
- 2b La mayoría de las veces reproducción sexual, nunca por gemación; clitelo comúnmente posterior al segmento 8. Generalmente de gran tamaño ..... 5
- 3a Septos imperfectamente desarrollados, manojos de setas ventrales y dorsales, conteniendo setas capilares; prostomio generalmente ancho y ventralmente ciliado; mayoritariamente con glóbulos aceitosos en el integumento ..... **AELOSOMATIDAE**
- 3b Septos bien desarrollados; setas ventrales en forma de "crochet" con una protuberancia llamada nódulo; sin setas capilares ventrales ..... 4
- 4a Pene bien desarrollado; gónadas en segmentos 21 y 22; espermateca posterior a las gónadas; comisuras laterales de las vesículas sanguíneas en todos los segmentos corporales ..... **OPISTHOCYSTIDAE**
- 4b Sin pene, gónadas en alguno de los segmentos 4 y 8; espermateca en los mismos segmentos de los testículos; comisuras laterales de las vesículas sanguíneas solo en los segmentos corporales anteriores ..... **NAIDIDAE**
- 5a Gusanos muy largos y delgados (filiformes) ..... **HAPLOTAXIDAE**
- 5b Gusanos ni largos ni filiformes ..... 6
- 6a Generalmente con no mas de dos setas bien desarrolladas por manojos en algunos segmentos; poros masculinos en algunos otros segmentos además del 11 o 12 ..... 7
- 6b Generalmente con mas de dos setas bien desarrolladas por manojos en algunos segmentos; poros masculinos en segmentos 11 o 12 ..... 9
- 7a Poros masculinos en uno o mas segmentos anteriores al segmento 12; ovarios de 1 a 3 pares en la región de los segmentos 9 al 13; poros masculinos en el segmento que contiene el par mas posterior de los testículos ..... **LUMBRICULIDAE**
- 7b Poros masculinos excepcionalmente en los segmentos 12 o 13; ovarios en segmento 13; los poros masculinos se abren posterior a los segmentos que contiene a los testículos ..... (Gusanos de tierra)... 8
- 8a Clitelo comienza en los segmentos 14 a 16 y se extiende por 10 a 12 segmentos; poro masculino entre los segmentos 18-19 o en 19; sin poros dorsales o pocos; sin molleja bien desarrollada ..... **GLOSSOSCOLECIDAE**



8b Clitelo comienza en los segmentos 18 a 23 y se extiende por 4 a 6 segmentos; poro masculino en segmentos 12, 23 o 25 conspicuamente; primer poro dorsal entre los segmentos 4-5; molleja limitada al segmento 7 ..... **LUMBRICIDAE**

9a Setas simples y generalmente rectas; espermateca se abre entre los segmentos 4-5 o 3-4 y 4-5. Generalmente de apariencia blanquecinos y rara vez alcanza mas de 25 mm de longitud ..... **ENCHYTRAEIDAE**

9b Setas ventrales comúnmente bifidas; espermateca, si está presente, generalmente se abre en el segmento 10; comúnmente de apariencia rojizas; por lo general miden mas de 25 mm; muchos viven en tubos ..... **TUBIFICIDAE**

### **Clase: Hirudinea**

Las sanguijuelas tienen tamaños que varían desde 1 cm a mas allá de 20 cm. Poseen cuerpo aplanado con una ventosa anterior que rodea la boca y otra posterior que la utiliza para fijarse al sustrato. Para su identificación se requiere hacer cortes histológicos a nivel del aparato digestivo y reproductor. Viven por lo general en aguas quietas, sobre troncos, plantas, piedras y residuos vegetales. Toleran bajas concentraciones de oxígeno y ambientes con abundante materia orgánica en descomposición, por lo que son consideradas como indicadoras de aguas eutrofizadas.

### **Clave para Ordenes y Familias de Hirudinea chilenos**

(basada en Raúl Ringuelet, Clave para las familias y géneros de sanguijuelas (Hirudinea) de aguas dulces y terrestres de Mesoamérica y Sudamérica, Linnobios. Vol.I, Fasc. 1, 1976 y modificada por M. Mercado)

1a La boca es un diminuto orificio o poro situado en la concavidad o labio anterior de la ventosa anterior. Faringe extensible y retráctil. Cuerpo con forma de hoja o de pera. Poseen un par y hasta cuatro pares de ojos colocados en dos filas próximas y paralelas ..... Orden **GLOSSIPHONIIFORMES**

La familia **GLOSSIPHONIIDAE**, única en Chile de este orden, se caracteriza por tener un cuerpo aplanado; sin clitelo; ventosa anterior no destacada. Ovisacos e hijuelos llevados en la cara ventral del adulto.

1b Boca grande y ocupa el fondo posterior de la ventosa anterior. Son angostas y alargadas. Faringe fija sin proboscis. Generalmente poseen ojos pareados y mas bien alejados entre si, o bien 4 ó 5 pares dispuestos en un arco regular y de concavidad caudal en la región cefálica ..... Orden **HIRUDINIFORMES ... 2**

2a Somitos completos compuesto por tres o cuatro anillos. Aspecto exterior haemadipsoide, con tegumento en forma de mosaico y cinco pares de ojos en un arco regular, sobre somitos contiguos a la región cefálica. Mandíbulas dentadas Hirudíneos terrestres ..... **MESOBDELLIDAE**

2b Somitos completos de cinco o mas anillos. Sin mandíbulas. De 4 a 6 pares de ojos..... **3**

3a Sanguijuelas terrestres de ambientes húmedos, de gran tamaño que pueden sobre posar los 200 mm. De 4 o 5 pares de ojos, a veces 6. Testículos lobulados (segundo a octavo par). Los espermioductos desembocan en un atrio hemisférico y muscular que a su vez

desemboca en el gonoporo masculino. Sin vagina, los ovarios tubulares desembocan directamente por medio de oviductos en el gonoporo femenino. Un ducto colateral se desprende de la parte final de los oviductos y ascienden hasta una bursa hemisférica femenina adherida a la parte posterior del atrio y que desemboca al exterior con el gonoporo masculino ..... **AMERICOBDELLIDAE**

- 3b Sanguijuelas acuáticas, anfibias o terrestres, con o sin mandíbulas, sobre los anillos 2, 3, 4, 5 y 7 o 2, 3, 4, 6 y 8. Organos femeninos impares de tipo "hirudinoideo". Dos ovarios esfereoidales, sus oviductos se unen en otro común, terminando en una vagina que en conjunto tienen forma de U ..... **SEMISCOLECIDAE**

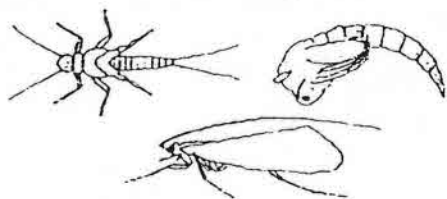
## Phylum: Arthropoda

### Clase: Insecta

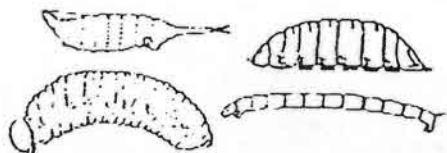
#### Clave para Ordenes de Insectos

Tomado de McCafferty, 1983  
AQUATIC ENTOMOLOGY  
84 - 90  
Traducido por Maritza Mercado

- 1a Tórax con tres pares de patas segmentadas (las patas pueden ser pequeñas o estar fusionadas al cuerpo) ..... 2

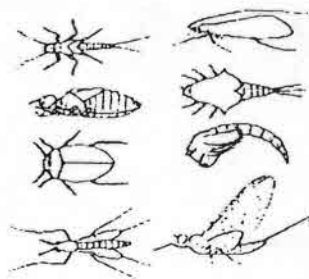


- 1b Tórax sin tres pares de patas segmentadas (a veces en el tórax puede haber propodios o protuberancias) ..... 34

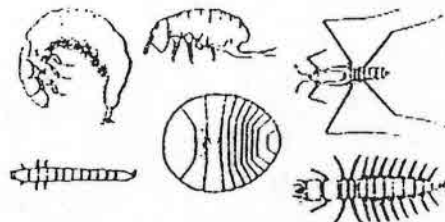


- 2a Presentas alas o esbozos de alas (las alas anteriores pueden estar totalmente desarrolladas, ser rudimentarias, o vestigiales; totalmente membranosas, con o sin escamas o pelos, parcialmente membranosas, correosas, o duras y en forma de placa; apoyadas

libremente en el cuerpo o con varias sujeciones a él ..... 3



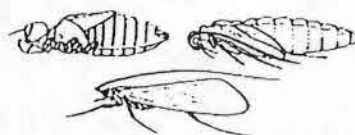
- 2b Las alas externas o esbozos alares están completamente ausentes ..... 27



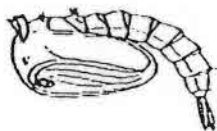
- 3a Patas torácicas fusionadas al cuerpo. 4



- 3b Patas torácicas no están fusionadas al cuerpo ..... 5



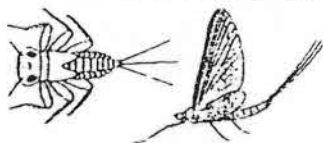
- 4a Solo hay un par de alas en desarrollo .....  
..... **DIPTERA** (pupa)



- 4b Hay dos pares de alas en desarrollo .....  
..... **LEPIDOPTERA** (pupa)

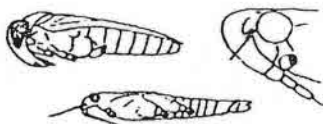


- 5a Abdomen termina en tres colas .....  
..... **EPHEMEROPTERA**



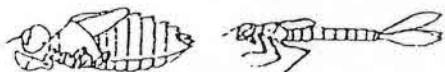
- 5b Abdomen termina en 1 o 2 o sin colas .....  
..... 6

- 6a La boca es en forma de un pico elongado o una estructura en forma de cono .....  
..... **HEMIPTERA**



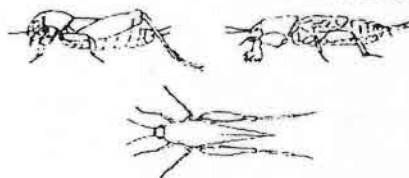
- 6b La boca no es en forma de un pico elongado o una estructura en forma de cono .....  
..... 7

- 7a El labium está modificado en una gran estructura como máscara que cuando está en reposo cubre las otras piezas bucales desde abajo (formas acuáticas) .....  
..... **ODONATA**



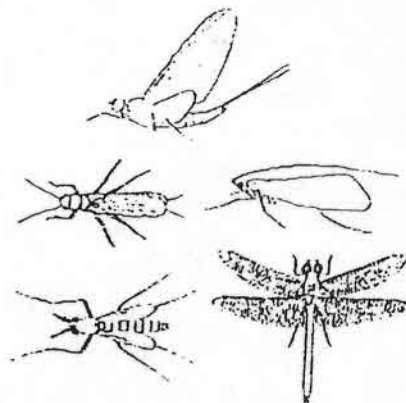
- 7b El labium no está modificado en una gran estructura como máscara (formas acuáticas y terrestres) .....  
..... 8

- 8a Las patas traseras son más grandes y están modificadas para el salto (en algunos las patas delanteras están modificadas para excavar) .....  
..... **ORTHOPTERA**

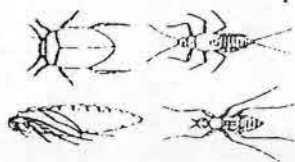


- 8b Las patas traseras no son más grandes y no son para saltar .....  
..... 9

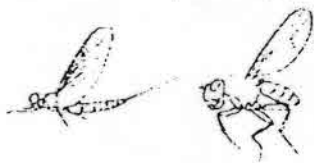
- 9a Las alas están totalmente desarrolladas y las alas delanteras son totalmente membranosas, aunque ellas pueden estar cubiertas por pelos o escamas (la mayoría son voladores, generalmente terrestres) .....  
..... 10



- 9b Las alas delanteras están en algunos reducidas, forman envolturas, presentes solo como cojinetes o esbozos, o están modificadas en forma de cobertura protectoras en forma de placas .....  
..... 19

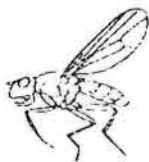


10a Solo 1 par de alas presentes ..... 11

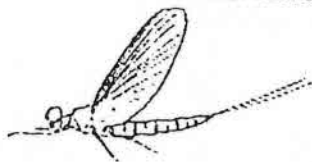


10b Dos pares de alas están presentes (las alas traseras son mucho mas pequeñas que las delanteras) ..... 12

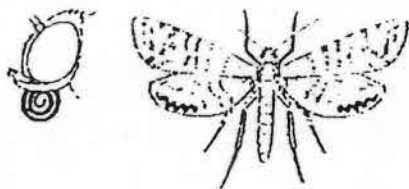
11a Tercer segmento torácico posee un par de pequeñas estructuras como protuberancias o clavijas (alterios) ..... **DIPTERA**



11b Tercer segmento torácico sin alterios (abdomen termina en una cola larga) ..... **EPHEMEROPTERA**



12a Alas y cuerpo están cubiertos con escamas aplanadas intercaladas de pelos (entre las piezas bucales generalmente se incluye un largo tubo colector) ..... **LEPIDOPTERA**



12b Alas y cuerpo sin escamas aplanadas aunque algunos tienen pelos y tienen escamas intercaladas (piezas bucales sin tubo colector) ..... 13

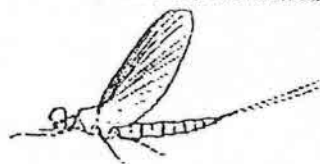
13a Alas cubiertas de pelos. **TRICHOPTERA**

13b Alas sin pelos ..... 14

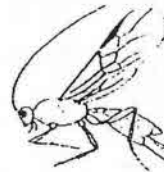
14a Ala traseras notoriamente mas pequeñas que las delanteras ..... 15

14b Alas traseras son casi del mismo tamaño o mayores que las alas anteriores. .... 16

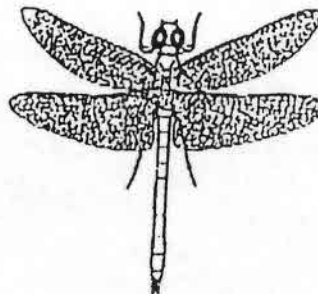
15a Abdomen termina en dos colas largas y segmentadas ..... **EPHEMEROPTERA**



15b Abdomen no termina en dos colas largas y segmentadas ... **HYMENOPTERA**



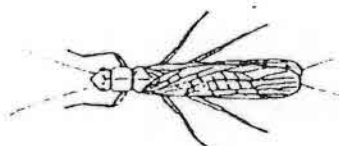
16a Las antenas son cortas, delgadas e inconspicuas (ojos muy desarrollados) ..... **ODONATA**



16b Las antenas son bien desarrolladas..17

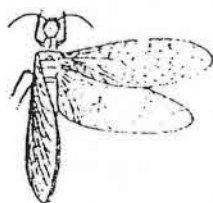
17a El abdomen termina en dos colas (las colas son a veces muy cortas) (tarso

segmentado dos o tres veces) ..... **PLECOPTERA**

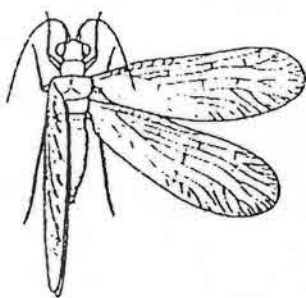


17b El abdomen no termina en dos colas (tarso segmentado cinco veces) ..... **18**

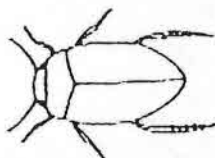
18a Alas posteriores están plegadas longitudinalmente cuando están en posición de descanso y son más anchas en su base que las alas delanteras ..... **MEGALOPTERA**



18b Alas posteriores no están plegadas longitudinalmente cuando están en posición de descanso y son similares en forma y tamaño que las alas delanteras ..... **NEUROPTERA**

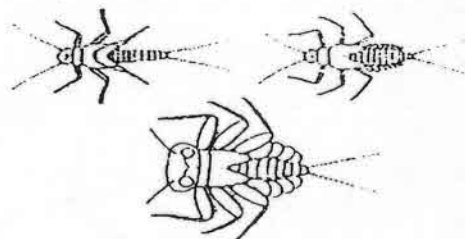


19a Las alas delanteras están modificadas en forma de cubiertas laminares (a veces son cortas pero generalmente cubren casi todo el abdomen) ..... **COLEOPTERA**



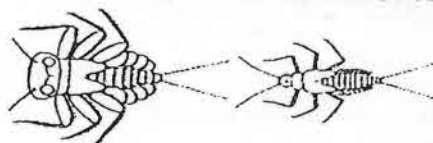
19b Las alas delanteras no están modificadas en forma de cubiertas laminares ..... **20**

20a El abdomen termina en un par de colas segmentadas ..... **21**

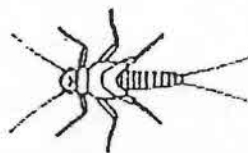


20b El abdomen no termina en un par de colas segmentadas (pero a veces en un par de procesos anales no segmentados) ..... **22**

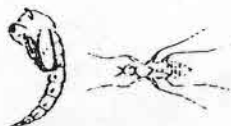
21a La mayoría de los segmentos abdominales poseen branquias laterales ..... **Ephemeroptera**



21b Las branquias abdominales están ausentes o, si están presentes son filamentosas y están restringidos a unos pocos primeros segmentos abdominales ..... **PLECOPTERA**



22a Esbozos o alas pequeñas están presentes solo en el segundo segmento torácico (aunque pueden estar presentes los alterios en el tercer segmento torácico) ..... **DIPTERA**



22b Esbozos o alas pequeñas están presentes en el segundo y tercer segmento torácico ..... 23

23a Las antenas tienen la mitad o mas de la longitud del cuerpo (generalmente casi tan largo o a veces mayor) y tiene mas de 12 segmentos antenales (acuáticos y terrestres) ..... **TRICHOPTERA**



23b Las antenas generalmente menos de la mitad de la longitud del cuerpo (número de segmentos antenales variables) (generalmente terrestres, rara vez acuáticos) ..... 24

24a Alas anteriores engrosadas y generalmente tienen 11 segmentos antenales o menos ..... **COLEOPTERA**



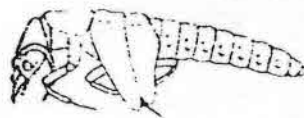
24b Alas anteriores no engrosadas y generalmente tienen 12 o mas segmentos antenales ..... 25

25a Patas medias y posteriores poseen una franja de pelos nadadores (mandíbulas poco desarrolladas) (Acuáticos).. ..... **LEPIDOPTERA**



25b Patas medias y posteriores no poseen una franja de pelos nadadores (mandíbulas bien desarrolladas) (generalmente terrestres) ..... 26

26a Cuerpo mide mas de 12 mm ..... **MEGALOPTERA**



26b Cuerpo mide menos de 10 mm ..... **NEUROPTERA**



27a Boca en forma de un pico que se proyecta hacia atrás de la cabeza; ojos compuestos ..... **HEMIPTERA**



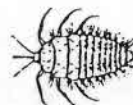
27b Boca no tiene forma de un pico, si las piezas bucales son largas y delgadas entonces ellas se proyecta hacia adelante; los ojos están ausentes o consisten de una mancha o un grupo de manchas simples o son facetadas ..... 28

28a El abdomen generalmente posee una pata saltadora, órgano que se origina en su interior (Pequeños artrópodos que habitan las superficies de las agua) ..... **COLLEMBOLA**



28b Abdomen sin la pata saltadora ..... 29

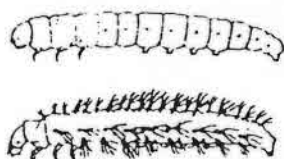
29a La boca incluye unos largos tubos delgados que se proyectan hacia adelante, cuando están muy unidos forman un tubo succionador (sumergidos) ..... **NEUROPTERA**





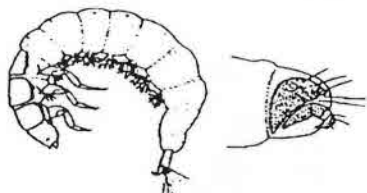
29b La boca no forma unos largos tubos delgados (acuáticos y terrestres) ..... 30

30a El abdomen, por debajo, posee estructuras pares como patas carnosas y cortas, estas patas terminan en una serie de oscuros ganchos ..... **LEPIDOPTERA**



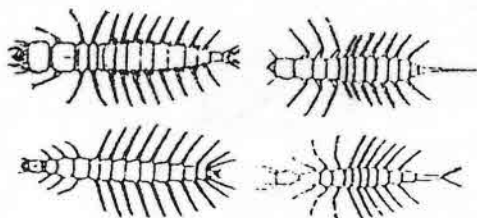
30b El abdomen, por debajo, sin estructuras como patas carnosas y cortas que terminan en una serie de oscuros ganchos ..... 31

31a El abdomen termina en un par de propodios cortos o largos (a veces fusionados) que terminan en un gancho simple ..... **TRICHOPTERA**

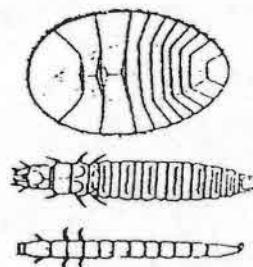


31b El abdomen termina variadamente pero nunca en un par de propodios que presentan un gancho simple (si los ganchos terminales están presentes, entonces hay total de cuatro ganchos) ..... 32

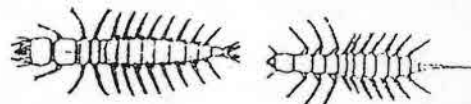
32a El abdomen posee filamentos laterales bien desarrollados ..... 33



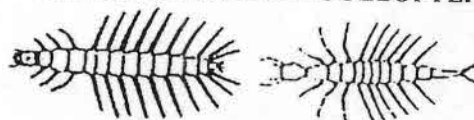
32b Abdomen sin filamentos laterales bien desarrollados ..... **COLEOPTERA**



33a El abdomen termina o con un filamento elongado simple no bifurcado o en un par de propodios en que cada uno posee un par de ganchos ..... **MEGALOPTERA**

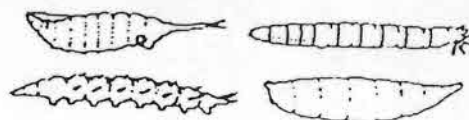


33b El abdomen termina de formas variadas pero nunca con un filamento único, elongado no bifurcado y nunca en un par de propodios en que cada uno posee un par de ganchos (si hay presentes cuatro ganchos terminales, entonces presentan también dos pares de filamentos terminales) ..... **COLEOPTERA**



34a Cabeza diferenciada y bien desarrollada ..... 35

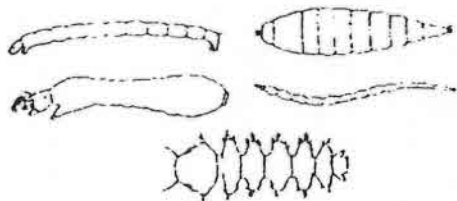
34b Cabeza es indiferenciada, completa o parcialmente ausente ..... **DIPTERA**



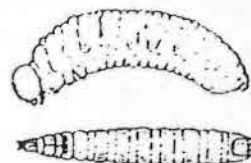
35a Los propodios casi siempre están presentes o en el tórax o en el extremo posterior del abdomen o en ambos; si

los propodios están ausentes, entonces presentan pelos conspicuos y/o procesos indiferenciados el extremo del abdomen y el cuerpo es o muy delgado, fuertemente esclerotizado o está dividido en varias regiones notorias .....

#### DIPTERA



35b Los propodios no están presentes, el cuerpo o es grueso, carnoso y en forma de C o posee láminas dorsales esclerotizadas en los segmentos torácicos y el segmento abdominal 8 ... COLEOPTERA



### Orden: Ephemeroptera

Los efemerópteros reciben su nombre por lo corta o "efímera" vida adulta, algunos pueden vivir solo 5 minutos, pero la mayoría vive entre tres y cuatro días. En estado ninfal respiran a través de branquias en la mayoría de los casos, las que varían en forma y número de acuerdo a la especie, la conformación del aparato bucal y el número y disposición de los filamentos caudales en conjunto son los principales caracteres taxonómicos. Normalmente viven adheridas a rocas, troncos hojas o vegetación sumergida, algunas especies se encuentran enterradas en fondos lodosos o arenosos. Viven por lo general en aguas corrientes, limpias y bien oxigenadas, algunas especies parecen resistir cierto grado de contaminación. En general son indicadores de aguas de buena calidad

### Clave de ninfas para las Familias de Ephemeroptera chilenas

(Maritza Mercado)

- 1a Branquias abdominales ausentes; primer par de patas con abundantes setas en el borde anterior ..... COLOBURISCIDAE (*Murphyella*)
- 1b Branquias abdominales presentes; patas no como las anteriores ..... 2
- 2a Branquias operculadas en los segmentos 1 o 2, cubriendo las restantes ..... 3
- 2b Sin branquias operculadas que cubran las restantes ..... 4
- 3a Branquias operculares del segmento abdominal 2 cuadrangulares traslapadas ..... CAENIDAE (*Caenis*)
- 3b Branquias operculares del segmento abdominal 1 circulares y no se traslapan ..... ONISCIGRASTRIDAE (*Siphonella*)
- 4a Branquias únicas muy traqueadas subrectangulares o dobles, cuando son dobles la dorsal es discoidal y la ventral es ramificada. Palpos maxilares y labiales multisegmentado y filiformes; mandíbulas y maxilas modificadas para la carnivoría ..... AMELETOPSISIDAE (*Chaquahua*, *Chiloporter*)

- 4b Branquias únicas pobremente traqueadas a bien traqueadas, ovales o subrectangulares o dobles de formas variadas. Palpos maxilares y labiales como máximo trisegmentados, mandíbulas no modificadas para la carnivoría ..... 5
- 5a Clípeo fusionado a la frente a la frente; cabeza prognata; branquias abdominales variables compuestas de una lámina ventral y otra dorsal ..... **LEPTOPHLEBIIDAE**
- 5b Clípeo no fusionado a la frente; cabeza hipognata; branquias abdominales únicas, generalmente ovales ..... 6
- 6a Branquias ovales pobremente traqueadas; filum terminal reducido o bien desarrollado, si está bien desarrollado entonces las antenas son más de dos veces el ancho de la cabeza; doble hilera de denticulos en las uñas tarsales ..... **BAETIDAE**
- 6b Branquias subrectangulares muy traqueadas; filum terminal bien desarrollado; antenas menos de dos veces el ancho de la cabeza; hilera simple de denticulos en las uñas tarsales ..... (**SIPHONURIDAE**) **NESAMELETIDAE** (*Metamonius*)

## Orden: Hemiptera

Se caracterizan por tener las piezas bucales modificadas y poseer un "pico" chupador en el extremo anterior de la cabeza. Viven en remansos de ríos y quebradas, son frecuentes también en lagos, ciénagas y pantanos. Son depredadores, toleran ciertos grados de salinidad y altas temperaturas en las aguas.

### Hemiptera Subacuáticas y de Superficie

Tomado de McCafferty, 1983  
AQUATIC ENTOMOLOGY  
172  
Traducido por Maritza Mercado

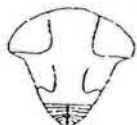
- 3a Patas traseras en forma de remo, elongadas y aplanadas sin uñas ..... **NOTONECTIDAE**



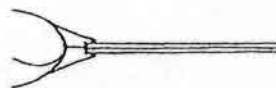
- 1a Antena más corta que la cabeza ..... 2
- 1b Antena conspicua, mas larga que la cabeza ..... 9

- 3b Patas traseras de forma variable, con un par de uñas ..... 4

- 2a Pico corto, triangular y no segmentado ..... **CORIXIDAE**



- 4a Abdomen con un tubo respiratorio elongado terminal ..... **NEPIDAE**



- 2b Pico segmentado y cilíndricamente variable ..... 3

- 4b Abdomen sin tubo cilíndrico respiratorio ..... 5

5a Cuerpo muy convexo, mas chicos que 3 mm ..... **PLEIDAE**



5b Cuerpo algo aplanado, generalmente más grandes que 3 mm ..... 6



6a Alas totalmente desarrolladas ..... 7

6b Alas no totalmente desarrolladas ..... 8

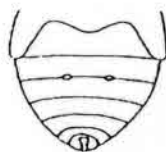
7a Membrana de las alas anteriores con venas ..... **BELOSTOMATIDAE**



7b Membrana de las alas anteriores sin venas ..... **NAUCORIDAE**



8a Con un par de glándulas abdominales dorsales de olor ..... **NAUCORIDAE**



8b Sin un par de glándulas abdominales dorsales de olor .... **BELOSTOMATIDAE**

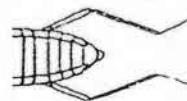
9a Uñas de las patas delanteras en posición preapical ..... 10



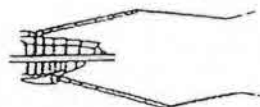
9b Uñas de todas las patas en posición apical ..... 11



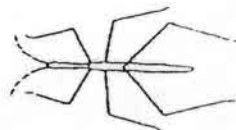
10a Fémur de la pata trasera no sobrepasa o sobrepasa levemente la punta del abdomen ..... **VELIDAE**



10b Fémur de la pata trasera alcanza mucho mas allá de la punta del abdomen ..... **GERRIDAE**



11a Cuerpo con forma de rama o palo; con cabeza elongada ..... **HYDROMETRIDAE**



11b Cuerpo no con forma de palo, con cabeza corta ..... 12

12a Patas con espinas negras dispersas (al menos 1 o 2 en el fémur) ..... **MESOVELIIDAE**



12b Patas sin espinas negras dispersas ..... **HERBRIDAE**

## Orden: Megaloptera

Son insectos que alcanzan un gran tamaño en estado larval, semiaplanados, aparato bucal masticador, un tórax con protórax grande y esclerotizado, abdomen con proyecciones laterales filamentosas entre los segmentos 1 al 7 u 8. Viven en ambientes lóticos y lénticos, en aguas corrientes limpias, debajo de piedras, troncos y vegetación sumergida, son grandes depredadores. En general se pueden considerar indicadores de aguas oligotróficas o levemente mesotróficas.

### Clave de ninfas para las Familias de Megaloptera chilenas

- 1a Abdomen con filamentos laterales en los segmentos 1 al 7; extremo del abdomen con un largo filamento terminal ..... **SIALIDAE** (*Sialis chilensis*)  
 1b Abdomen con filamentos laterales en los segmentos 1 al 8; extremo del abdomen con un par de propodios con filamentos laterales y ganchos ..... **CORYDALIDAE**

## Orden: Odonata

Las larvas de los odonatos son por lo general depredadoras. Viven en pozos, pantanos, márgenes de lagos y corrientes lentas y poco profundas, por lo general rodeados de abundante vegetación acuática. Viven en aguas limpias o ligeramente eutrofizadas. En Chile solo los adultos han sido bien estudiados.

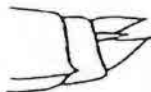
### Clave de ninfas para las Familias de Odonata chilenas

Basado en McCafferty, 1983  
 AQUATIC ENTOMOLOGY p. 131  
 por Maritza Mercado

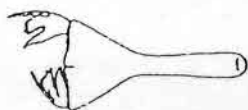
- 1a Extremo abdominal en forma de lamelas caudales (**ZYGOPTERA**) ..... 2



- 1b Abdomen sin lamelas caudales ..... 3  
 ..... (**ANISOPTERA**)



- 2a Labium con una base elongada y angosta; lamela sin división transversal...  
 ..... **LESTIDAE** (*Lestes undulatus*)



- 2b Labium sin una larga y angosta base; lamela sin división transversal y muy debil ..... **COENAGRIONIDAE**



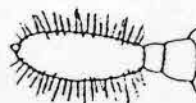
- 3a Labium plano ..... 4



- 3b Labium en forma de cuchara ..... 6



- 4a Antena con 4 segmentos, segmento 3 muy grande ..... **GOMPHIDAE**

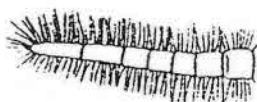


4b Antena con 6 a 7 segmentos cortos 5

5a Segmentos terminales de las antenas,  
delgados ..... **AESHNIDAE**



5b Segmentos antenales delgados y con  
pelos ..... **PETALURIDAE**



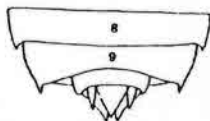
6a Lóbulos laterales del labium con iden-  
taciones muy débiles: ..... **LIBELLULIDAE**



6b Lóbulos laterales del labium con iden-  
tación moderada ..... 7



7a Espinas laterales del segmento 8 au-  
sentes o mas cortas que la mitad del  
largo del segmento 9 .... **CORDULIDAE**



7b Espinas laterales del segmento abdo-  
minal 8 tanto o mas largas que la mitad  
del largo del segmento 9 .....  
..... **LIBELLULIDAE**



Nota: No se incluyen las familias  
**AUSTROPETALLIDAE** y **NEOPETALLIDAE**,  
(Anisoptera) puesto que no se conocen las  
ninfas.



## Orden: Plecoptera

Las ninfas se caracterizan por tener dos cercos, antenas largas, aparato bucal bien desarrollado; tórax con patas terminadas en dos uñas branquias torácica, abdominales o anales o sin branquias. La ubicación y forma de las branquias tienen importancia de carácter taxonómico. Viven en aguas rápidas bien oxigenadas, debajo de piedras, troncos, ramas y hoja, por lo tanto son indicadoras de aguas limpias y oligotróficas.

### Clave de ninfas maduras para Familias de Plecoptera chilenas

(por Maritza Mercado)

- 1a Sin traqueobranquias..... NOTONEMOURIDAE
- 1b Con traqueobranquias..... 2
- 2a Traqueobranquias en el tórax, en manojos ramificados ubicadas entre las bases de las patas; traqueobranquias anales filiformes presentes o ausentes..... PERLIDAE
- 2b Traqueobranquias abdominales en manojos y ramificadas o tubulares o sin ellas o con traqueobranquias anales..... 3
- 3a Traqueobranquias ventrales laterales tubulares o en manojos..... 4
- 3b Traqueobranquias solo en el extremo del abdomen..... 5
- 4a Traqueobranquias tubulares pares en los primeros 5 o 6 segmentos abdominales..... EUSTHENIIDAE
- 4b Traqueobranquias en manojos en los primeros 4 segmentos abdominales..... DIAMPHIPNOIDAE
- 5a Paraproctos y cercos mas prolongaciones membranosas y segmentadas modificados en traqueobranquias..... AUSTROPERLIDAE
- 5b Traqueobranquias filiformes entre los cercos, en la región anal (excepto *Notoperla* que posee banda medio dorsal de abundantes y largos pelos)..... GRIPOPTERYGIDAE

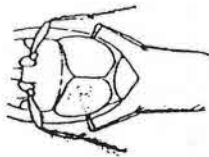
## Orden: Coleoptera

Este orden es uno de los más complejos y extensos. Pueden ser acuáticos, semiacuáticos o terrestres, siendo estos últimos los más estudiados. La mayoría de los coleópteros acuáticos viven en aguas continentales lénticas y lóticas. Las larvas presentan formas muy diversas. Las partes bucales son visibles y presentan una cápsula esclerotizada en la cabeza. El abdomen presenta branquias laterales o ventrales de forma variada. En los adultos las antenas son muy visibles y también de formas muy variadas y sus características son de valor taxonómico. Viven en las aguas limnias lóticas y lénticas, los sustratos más usados son troncos, hojas en descomposición, grava, piedras, arena, entre la vegetación acuática, prefieren las aguas con poca corriente, limpias, en su mayoría con alto contenido de oxígeno.

### Clave para Familia de adultos de Coleoptera acuáticos

Tomado de McCafferty, 1983  
AQUATIC ENTOMOLOGY  
208 - 209  
Traducido por Maritza Mercado

- 1a Con grandes láminas coxales cubriendo la base de las patas traseras y abdomen ..... **HALIPLIDAE**



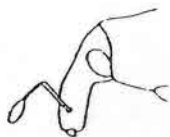
- 1b Sin las láminas coxales de las patas .. 2

- 2a Con dos pares de ojos ventrales y dorsales ..... **GYRINIDAE**



- 2b Con un par de ojos no divididos ..... 3

- 3a Cabeza prolongada con una notoria trompa ..... **CURCULIONIDAE**



- 3b Cabeza sin trompa ..... 4

- 4a Cuerpo perfilado; línea dorsal y lateral del pronotum y alas generalmente están formando una curva continua; patas traseras con pelos nadadores ..... 5



- 4b Cuerpo no especialmente perfilado; patas traseras sin pelos nadadores (no nadadores) ..... 9

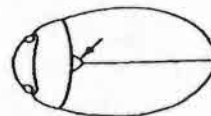
- 5a Antenas en forma de clavav ..... **HYDROPHILIDAE**



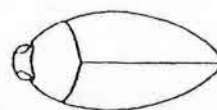
- 5b Antenas no en forma de clavav ..... 6



- 6a Scutellum expuesto ..... **DYTISCIDAE**



- 6b Scutellum oculto ..... 7



7a Menores de 2 mm, sin pelos nadadores bien desarrollados en las patas traseras ..... **NOTERIDAE**

7b De tamaños variables, sin pelos nadadores en las patas traseras ..... 8

8a Tibia delantera con proyección curva o espina en el ápice: 2-6 mm ..... **NOTERIDAE**



8b Tibia delantera sin proyección curva o espina en la punta; tamaño variables ..... **DYTISCIDAE**

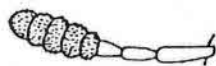
9a Antena en forma de clava con el segmento basal de la clava en forma de copa ..... 10

9b Antena variable pero nunca con el segmento de la base de la clava en forma de copa; si es en forma de clava entonces el tarso y uñas son largas ..... 11

10a Antena en forma de clava, con 3 segmentos; generalmente de tamaños más grandes que 2,5 mm **HYDROPHILIDAE**



10b Antena en forma de clava, con 5 segmentos; no más grandes que 2,5 mm ..... **HYDRAENIDAE**



11a Todos los tarsos con 3 segmentos; de tamaño no mayor de 2 mm ..... **HYDROSCAPHIDAE**

11b Todos los tarsos con mas de 3 segmentos, tamaños variables ..... 12

12a Todos los tarsos aparentemente con 4 segmentos, pero en realidad son 5 ..... **CHRYSEMELIDAE**



12b Todos los tarsos con notorios 5 segmentos ..... 13

13a Patas largas con largas uñas; segmento tarsal 5 generalmente casi tan largo como los 4 segmentos basales combinados; 1-9 mm ..... 14

13b Patas, uñas y segmento tarsal 5 no especialmente elongado; mas chicos que 2 mm o más de 10 mm ..... 15

14a Antena con clava pectinada ..... **DRYOPIDAE**



14b Antena variable, sin clava pectinada ..... **ELMIDAE**

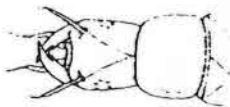


15a De 11 a 16 mm ..... **AMPHIZOIDAE**

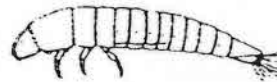
15b Menores de 2 mm ..... **NOTERIDAE**

agudas en el extremo del abdomen .....

**HYDROPHILIDAE**

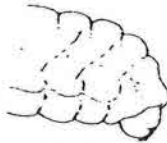


13b Abdomen con línea de sutura en segmentos 1 - 4 ..... **LIMNICHIDAE**



10b Cabeza pequeña con mandíbulas inconspicuas; con un par de agudas espinas en el extremo del abdomen .....

**CHRYSOMELIDAE**

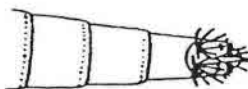


11a Segmento abdominal 9 sin branquias ventrales ..... **PTILODACTYLIDAE**

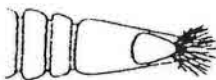


11b Segmento abdominal 9 con branquias (a veces retraídas en la cámara caudal) ..... **12**

12a Segmento abdominal 9 sin opérculo ventral ..... **PTILODACTYLIDAE**



12b Segmento abdominal 9 con opérculo ventral ..... **13**



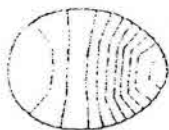
13a Abdomen con línea de sutura en segmentos 1 - 6 a 1-8 o línea de sutura no notoria ..... **ELMIDAE**



# Clave para Familia de larvas de Coleoptera acuáticos

Tomado de McCafferty, 1983  
APPLIED ENTOMOLOGY  
210-211  
Traducido por Maritza Mercado

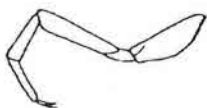
- 1a Cuerpo en forma de disco con láminas dorsales cubriendo cabeza y patas ..... **PSEPHENIDAE**



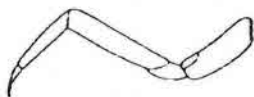
- 1b Cuerpo mas o menos elongado, sin forma de disco, sin ocultar patas ni cabeza cuando están presentes ..... 2

- 2a Sin patas ..... **CURCULIONIDAE**  
2b Patas torácicas presentes ..... 3

- 3a Patas con 6 segmentos (incluyendo a las uñas como segmento) ..... 4

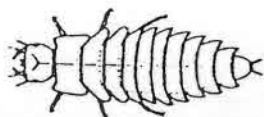


- 3b Patas con 5 segmentos (incluyendo las uñas) ..... 8



- 4a Abdomen con 8 segmentos ..... 5  
4b Abdomen de 9 a 10 segmentos ..... 7

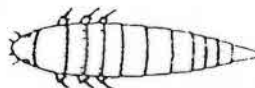
- 5a Cuerpo con láminas expandidas lateralmente ..... **AMPHIZOIDAE**



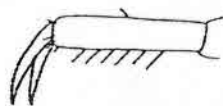
- 5b Cuerpo sin láminas expandidas lateralmente ..... 6

- 6a Generalmente cuerpo ahusado en los extremos, sin patas delgadas; a menudo con varios filamentos abdominales y mandíbula en forma de hoz ..... **DYTISCIDAE**

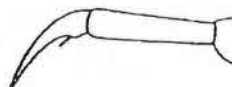
- 6b Cuerpo elongado de lados paralelos con patas cortas y gruesas ..... **NOTERIDAE**



- 7a Patas con dos uñas ..... **GYRINIDAE**



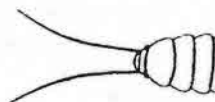
- 7b Patas con una uña ..... **HALIPLIDAE**



- 8a Abdomen con 8 segmentos; generalmente cuerpos blandos ..... 9

- 8b Abdomen con 9 segmentos; generalmente cuerpos duros ..... 11

- 9a Con antenas multisegmentadas, muy largas ..... **HELODIDAE**



Abdomen con 8 segm

- 9b Antena mas corta que cabeza y pronoto juntos ..... 10

- 10a Cabeza bien desarrollada con mandíbulas dentadas extensibles; sin espinas

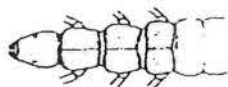
## Orden: Trichoptera

Las larvas de estos insectos viven tanto en ambientes lóticos como lénticos, aparentemente en los lóticos fríos presentan la mayor diversidad. Un de sus características más llamativas es su capacidad de construir casas o refugios, de formas variadas que en algunos casos son específicos. Las larvas se alimentan de material vegetal y algas que se encuentran en las rocas, algunas son depredadoras. La mayoría de los tricópteros viven en aguas corrientes limpias y bien oxigenadas; debajo de piedras, troncos y material vegetal, algunas otras especies viven a aguas quietas y remansos de ríos y quebradas. Hay especies que toleran ciertas cantidades de materia orgánica en las aguas, pero la mayoría se encuentra en aguas oligotróficas. En su clasificación se tiene en cuenta la presencia o ausencia de placas esclerotizadas en los segmentos torácicos, la presencia o ausencia de branquias en el abdomen, consistencia del labrum (membranoso o no).

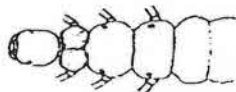
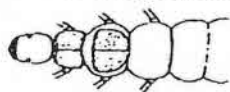
### Clave para larvas maduras de Trichoptera (familias)

Tomaso de McCafferty, 1983  
AQUATIC ENTOMOLOGY  
242 - 243  
Traducido por Maritza Mercado

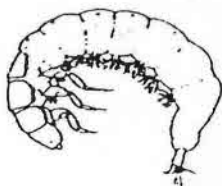
1a Tres segmentos torácicos cubiertos dorsalmente con placas bien desarrolladas ..... 2



1b Segmento torácico 3 generalmente carnoso dorsalmente o solo con pequeñas placas separadas ..... 3



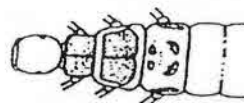
2a Abdomen con branquias ramificadas y pelos esparcidos ... **HYDROPSYCHIDAE**



2b Abdomen sin branquias: pequeños ..... **HYDROPTILIDAE**

3a Dorso del segmento torácico 2 carnoso o sólo con pequeñas placas ..... 4

3b Dorso del segmento torácico 2 con placa bien desarrollada o placas conectadas (a veces leves) ..... 9

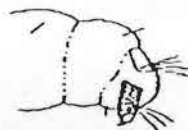


4a Segmento abdominal 1 con jorobas; generalmente grandes con la cabeza rayada ..... **PHRYGANEIDAE**



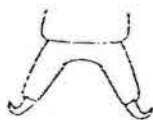
4b Segmento abdominal 1 sin jorobas; generalmente cuerpo curvado ..... 5

5a Mitad basal del propodio anal ampliamente articulado al segmento abdominal 9 ..... **GLOSSOSOMATIDAE**

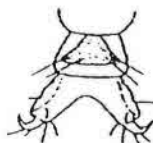




5b Mayor parte del propodio anal libre y bien desarrollado ..... 6



6a Segmento abdominal 9 con placa dorsal ..... **Rhyacophilidae**



6b Segmento abdominal 9 sin placa dorsal ..... 7

7a Labrum membranoso y en forma de T ..... **PHILOPOTAMIDAE**



7b Labrum no tan modificado ..... 8



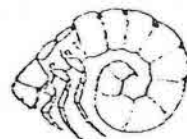
8a Trocantín agudo en el ápice ..... **POLYCENTROPODIDAE**



8b Trocantin ancho en el ápice ..... **PSYCHOMYIIDAE**

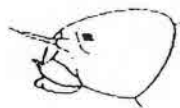


9a Cuerpo fuertemente curvado ..... **HELCOPSYCHIDAE**



9b Cuerpo no fuertemente curvado ..... 10

10a Antena relativamente larga y conspicua, al menos 6 veces el ancho ..... **LEPTOCERIDAE**



10b Antena corta e inconspicua ..... 11

11a Segmento abdominal 1 sin joroba dorsal y cerdas dorsolaterales variables ..... 12

11b Segmento abdominal 1 con joroba dorsal y nunca con muchas cerdas dorsolaterales ..... 13

12a Jorobas laterales presentes en segmento abdominal 1 ..... **LEPIDOSTOMATIDAE**



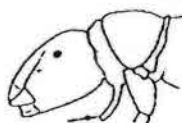
12b Sin jorobas laterales el segmento abdominal 1 ..... **BRACHYCENTRIDAE**



13a Segmento abdominal 1 con varias cerdas dorsolaterales ..... 14

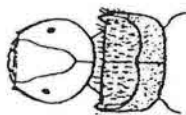
13b Segmento abdominal 1 con poco  
menos de 5 cerdas dorsolaterales .... 15

14a Presenta cuerno proesternal (a veces  
pequeño), antenas a medio camino en-  
tre ojos y margen anterior de la cabeza  
..... **LIMNEPHILIDAE**



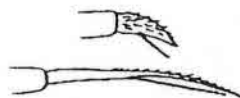
14b Cuerno proesternal ausente .....  
..... **ODONTOCERIDAE**

15a Pronotum con borde altamente curva-  
do ..... **BERAEIDAE**



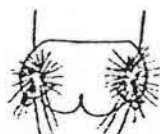
15b Pronotum sin borde altamente curva-  
do ..... 16

16a Uña de pata posterior robusta con  
cerdas cortas, o largas y filamentosas ..  
..... **MOLANIDAE**



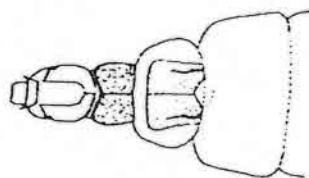
16b Uña de pata posterior no muy modi-  
ficada ..... 17

17a Cada propodio anal con alrededor de  
30 pelos largos .. **SERICOSTOMATIDAE**



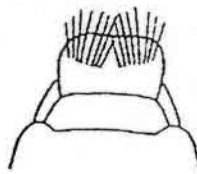
17b Cada propodio anal con menos de 10  
largos pelos ..... 18

18a Dorso del segmento torácico 2 con un  
par de líneas curvas oscuras .....  
..... **LEPTOCERIDAE**



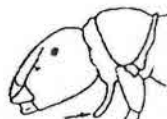
18b Dorso del segmento torácico 2 sin lí-  
neas pares oscuras ..... 19

19a Labrum con alrededor de 16 cerdas ..  
..... **CALAMOCERATIDAE**



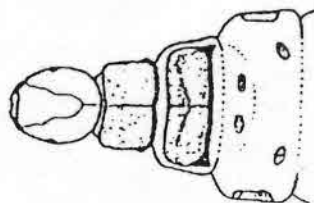
19b Labrum con pocas cerdas ..... 20

20a Cuerno proesternal presente (a veces  
pequeño) ..... 21



20b Cuerno proesternal ausente .....  
..... **ODONTOCERIDAE**

21a Algunas pequeñas placas mediales en  
el dorso del segmento torácico 3 .....  
..... **LIMNEPHILIDAE**



21b Sin placas mediales en el dorso del  
segmento torácico 3 .. **PHRYGANEIDAE**

## Orden: Diptera

Es uno de los grupos más complejos, más abundantes y más ampliamente distribuidos en todo el mundo. La característica más importante de las larvas es la ausencia de patas torácicas. El cuerpo está formado por tres segmentos torácico y nueve abdominales, son blando y cubiertos de cerdas, espinas apicales o coronas de ganchos en prolongaciones que les ayudan en la locomoción o sujeción al sustrato. Su hábitat es muy variado, se encuentran en ríos arroyos, quebradas, lagos, en depósitos de agua, en las brácteas de muchas plantas y en orificios de troncos viejos e incluso en las costas marinas. Existen representantes de aguas muy limpias o muy contaminadas. Pueden ser herbívoros o carnívoros. Para su clasificación se debe tener en cuenta la esclerotización de la cabeza, la retractabilidad de la misma, funcionamiento de las mandíbulas (horizontal o vertical, si la cabeza está o no fusionada al tórax o si el cuerpo es aplanado o cilíndrico.

### Clave para Diptera Acuáticos Inmaduros (Familias)

Tomado de McCafferty, 1983  
Aquatic Entomology :290-293  
Traducido por Maritza Mercado

1a Cuerpo con alas desarrolladas; 3 pares de patas torácicas aparentes (pueden estar fusionadas al cuerpo) ..... 2

1b Cuerpo sin 3 pares de patas torácicas y sin las desarrolladas (todas las larvas de moscas acuáticas y puparias) ..... 3

2a Antenas desarrolladas alargadas y yacen sobre los ojos ..... **Pupas NEMATOCERA**



2b Antenas desarrolladas no yacen sobre ojos, no alcanzan mas allá de la base de las alas ..... **Pupas BRACHYCERA**



3a Cuerpo dorsoventralmente aplanado con 6 profundas constricciones laterales; 6 regiones con discos adhesivos ventrales ..... **BLEPHARICERIDAE**



3b Cuerpo no dividido en 6 o 7 regiones profundamente constriatas y sin discos adhesivos ventrales ..... 4

4a Cabeza totalmente formada, con forma de cabeza y diferenciada del tórax ..... 5

4b Cabeza inconspícua, incompletamente formada, a menudo representada por una mera punta del agudo extremo anterior del cuerpo y/o retraída en el tórax ..... 19

5a Protórax con propodio(s) ..... 6



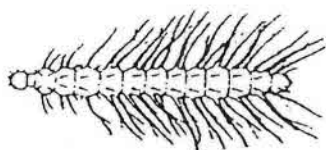
5b Protórax sin propodios ..... 9

6a Tercio distal del abdomen abultado .....  
 ..... **SIMULIDAE**



6b Tercio distal del abdomen no abultado .....  
 ..... **7**

7a Procesos carnosos o cerdas dorsalmente a lo largo del cuerpo .....  
 ..... **CERATOPOGONIDAE**

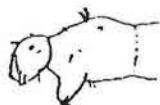


7b Cuerpo sin procesos carnosos, a lo mas algunos pelos ..... **8**

8a Propodios pareados (si apenas levemente en la punta) ..... **CHIRONOMIDAE**



8a Propodios completamente indivisos .....  
 ..... **THAUMALEIDAE**

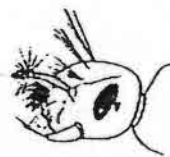


9a Segmentos torácicos fusionados, generalmente abultados pero no siempre .....  
 ..... **10**

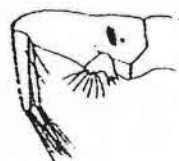


9b Segmentos torácicos diferenciados, no más anchos que el abdomen ..... **11**

10a Antenas sólo con pelos cortos .....  
 ..... **CULICIDAE**



10b Antenas con cerdas terminales .....  
 ..... **CHAOBORIDAE**



11a Segmentos abdominales basales sin propodios ..... **12**

11b Al menos segmento abdominal 1 con propodios ..... **16**

12a Cuerpo segmentado con 2 o 3 divisiones secundarias ..... **PSYCHODIDAE**



12b Cuerpo segmentado no subdividido .....  
 ..... **13**

13a Propodios terminales presentes ..... **14**

13b Propodios terminales ausentes ..... **15**

14a Cuerpo terminado en varios procesos largos ..... **TANYDERIDAE**

14b Procesos terminales cortos o ausentes .....  
 ..... **CERATOPOGONIDAE**



15a Cuerpo muy delgado .....  
 ..... **CERATOPOGONIDAE**



15b Cuerpo ancho, mas ancho que la cabeza ..... **STRATIOMYIDAE**



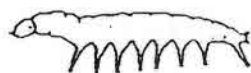
16a Seis o más pares de propodios bien desarrollados están presentes ..... 17

16b Propodios abdominales débiles en no mas que los 3 primeros segmentos abdominales ..... 18

17a Propodios abdominales anchos y laterales ..... **DEUTEROPHLEBIIDAE**



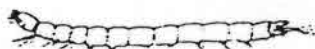
17b Propodios abdominales delgados y ventrales ..... **NYMPHOMYIIDAE**



18a Abdomen terminado en largo tubo respiratorio ..... **PTYCHOPTERIDAE**



18b Abdomen no terminado en largo tubo respiratorio ..... **DIXIDAE**



19a Cuerpo algo aplanado dorsoventralmente y correoso ... **STRATIOMYIDAE**



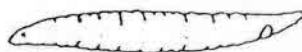
19b Cuerpo mas o menos cilindrico, no correoso ..... 20

20a Cuerpo con proceso caudal, segmento terminal elongado, propodios terminales, extremos romos o bulbosos, o cualquier combinación de los caracteres anteriores ..... 23

20b Cuerpo ahusado, agudo en ambos extremos; sin proceso caudal o propodios terminales ..... 21



21a Cuerpo con 2 diminutas espinas en el extremo posterior ..... **EPHYDRIDAE**

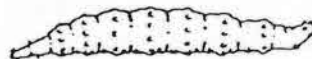


21b Cuerpo sin 2 diminutas espinas agudas en el extremo posterior ..... 22

22a Cuerpo con una serie de anillos carnosos circundándolo; extremo posterior puntiagudo ..... **TABANIDAE**



22b Cuerpo peludo, con anillos de tubérculos; extremo posterior angosto con pequeños tubérculos, pero no puntiagudo ..... **SCIOMYZIDAE**

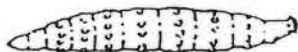


23a Cuerpo terminado posteriormente en un tubo respiratorio simple ..... 24

23b Cuerpo no terminado posteriormente en un tubo respiratorio simple, nunca terminado como cola ..... 26

24a Tubo respiratorio corto, no mucho más angosto que el segmento precedente, con diminutos lóbulos terminales

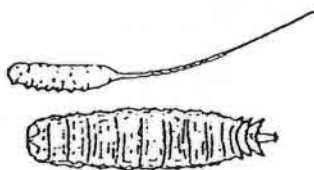
..... **SCIOMYZIDAE**



24b Tubo respiratorio en forma de cola, aunque a veces corto ..... 25

25a Cuerpo fuertemente abultado anteriormente, cola nunca dividida .....

..... **SYRPHIDAE**



25b Cuerpo no fuertemente abultado en el extremo anterior, cola a veces con 2 tubos respiratorios extensibles dentro de él .....

..... **EPHYDRIDAE**



26a Con propodios terminales diferenciados ..... 27

26b Sin propodios terminales diferenciados (a veces con propodios en forma de cototos) ..... 30

27a Abdomen terminado en largo tubo dividido en el extremo o con un par de tubos retráctiles en el extremo; propodios terminales generalmente con forma de ganchos .....

..... **EPHYDRIDAE**



27b Abdomen no terminado en una envoltura elongada o par de tubos respiratorios elongados ..... 28

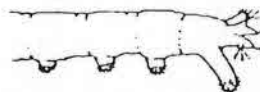
28a Abdomen terminado en par de procesos ciliados que son más largos que los propodios terminales ..... **ATHERICIDAE**



28b Procesos o tubos respiratorios al extremo del abdomen no más largos que propodios terminales ..... 29

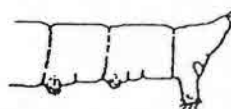
29a Abdomen terminado en varios procesos o lóbulos; cabeza diminuta discernible .....

..... **EMPIDIDAE**



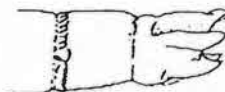
29b Abdomen terminado en par de tubos respiratorios cortos, que a veces son puntiagudos, cabeza no discernible .....

..... **MUSCIDAE-ANTHOMYIIDAE**



30a Abdomen cóncavo en el extremo posterior y esta concavidad está rodeada por lóbulos cortos dirigidos posteriormente .....

..... **DOLICHOPODIDAE**



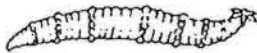
30b Abdomen no ahuecado posteriormen-  
te ..... 31



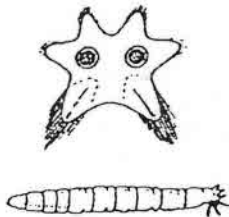
31a De pequeños a grandes lóbulos bordean al menos parte del extremo del abdomen ..... 32

31b Abdomen no terminado en un disco de lóbulos ..... 33

32a Lóbulos terminales muy pequeños, cabeza no discernible ..... **SCIOMYZIDAE**



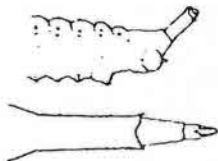
32b Extremo del abdomen con un cerquillo de 5 a 8 lóbulos y a menudo varios procesos carnosos elongados; cabeza retráctil parcialmente endurecida ..... **TIPULIDAE**



33a Abdomen terminado en un par de tubos respiratorios ..... 34

33b Abdomen no terminado en par de tubos respiratorios ..... 35

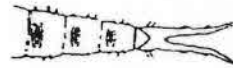
34a Tubos respiratorios bien desarrollados (a veces retraídos en una vaina elongada); propodios ausentes o en forma de cototos ..... **EPHYDRIDAE**



34b Tubos respiratorios de cortos a minúsculos; propodios terminales cortos, a menudo en forma de cototos ..... **MUSCIDAE-ANTHOMYIIDAE**



35a Abdomen con varios procesos terminales y/o segmento terminal elongado a menudo dividido al extremo ..... **TIPULIDAE**



35b Segmento terminal del abdomen algo bulboso sin procesos bien desarrollados ..... **EMPIDIDAE**



## Clase Arachnoidea (Hydracarina)

Son organismos de forma globular que pueden medir entre 0,5 - 4 mm, pueden poseer colores espectaculares, como rojo, verde, amarillo o azul o la combinación de esos colores. Cuerpo no dividido, pueden ser blandos o estar cubiertos de un número variable de delgadas láminas coriáceas. La cabeza modificada (capitulum) de los adultos poseen palpos con cinco segmentos que son cortos que rara vez se extienden mas allá del extremo anterior del cuerpo. Las larvas poseen solo tres pares de patas. Ellos habitan una gran diversidad de hábitats de aguas continentales, pero son más comunes en pozones, litorales de lagos y generalmente están equipadas con pelos nadadores en sus patas, algunos son parásitos de insectos acuáticos.

## Clase Crustacea

Son mas o menos cilíndricos o dorsoventralmente aplanados o lateralmente aplanados. A menudo tienen fusionado la cabeza y el tórax (cefalotórax).

### Clave para los Ordenes de Crustacea de agua dulce chilenos

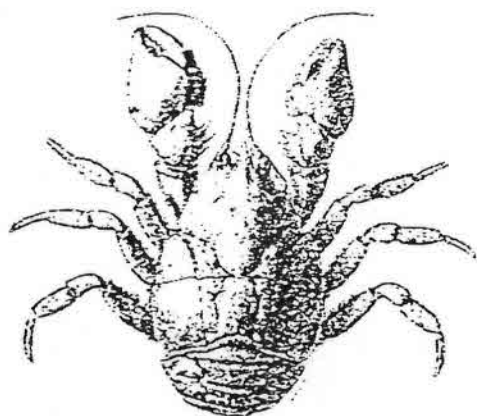
- 1a Siete pares de patas torácicas ..... 2
- 1b Cinco pares de patas torácicas ..... 3
- 2a Cuerpo dorsalmente comprimido ..... **ISOPODA** (*Heterias*)
- 2b Cuerpo ventralmente comprimido ..... **AMPHIPODA** (*Hyaletta*)
- 3a Cefalotórax subcilíndrico y lateralmente con leve compresión, abdomen igual de largo que el cefalotórax o un poco mayor ..... **PARASTACIDAE** (*Samastacus*)
- 3b Cefalotórax aplanado, lateralmente expandido, abdomen más corto que el cefalotórax ....  
..... **AEGLIDAE** (*Aegla*)

# CLAVE PARA LA DETERMINACION DE LAS FAMILIAS Y ESPECIES DE CRUSTACEOS DECAPODOS DE AGUAS CONTINENTALES EN CHILE.

Carlos G. Jara; Instituto de Zoología, Universidad Austral de Chile

1.- Pereiópodos del quinto par normales, no modificados, ambulatorios ..... 2

- Pereiópodos del quinto par de menor tamaño y robustez que los restantes, a veces plegados y poco visibles, sin funciones ambulatorias..... **AEGLIDAE** .... 7



2.- Abdomen, en vista dorsal, replegado permanentemente bajo el tórax; caparazón subcircular aproximadamente tan largo como anch..... **POTAMONIDAE** .....

..... ***Trichodactylus fluviatilis***  
(Cangrejo de agua dulce. Citado para Río Maule, Constitución. No confirmado)

- Abdomen más largo que el cefalo-

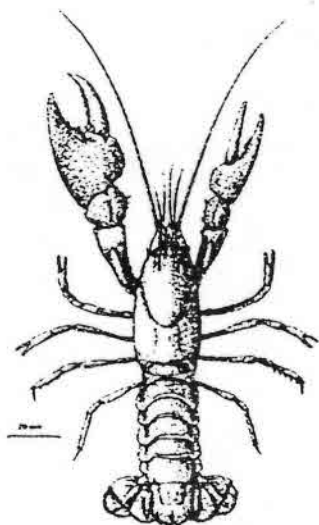
torax, robusto, con abanico caudal completo (urópodos más telson) ..... 3

3.- Rostro comprimido, con borde dorsal dentado; telson con bordes laterales marcadamente convergentes hacia el extremo distal..... **PALAEMONIDAE**.....  
..... ***Cryphiops caementarius*** Molina



(Camarón de río del Norte. Río Limarí al Río Maipo)

- Rostro deprimido, de dorso plano, no dentado; telson con bordes laterales subparalelos ..... **PARASTACIDAE**.. 4



4.- Rostro triangular, elongado, de ápice agudo y piloso, sobrepasa las córneas oculares 3 a 4 veces su diámetro; espina o tubérculo postorbital presente; escama antenal laminar; ápice dorsal del protopodito de los urópodos prolongado en espina. Papila genital de machos adultos tubular, corta, no sobrepasa la coxa del 5o par de pereiópodos .....

..... *Samastacus spinifrons* (Philippi)  
(Camarón de río del Sur. Aconcagua a Taitao)

- Rostro subtriangular, truncado, de ápice romo, sobrepasa las córneas oculares 1 a 2 veces su diámetro; área postorbital del caparazón liso-convexa; escama antenal diminuta; ápice dorsal del protopodito de los urópodos romo,

no prolongado en espina ..... 5

5.- Apice rostral redondeado, liso, sobrepasa las córneas 1 a 1.5 veces su diámetro; dorso del dactilo del quelípodo mayor no surcado, cubierto de gránulos pequeños. Papila genital de los machos adultos tubular muy elongada, alcanza las coxas del 3er par de pereiópodos ..... *Virilastacus araucanius* (Faxon)  
(Camarón enano. Concepción a Valdivia. Cavador)

- Apice rostral truncado o subagudo, terminado en un tubérculo diminuto, sobrepasa las córneas 1,5 a 2,5 veces su diámetro; dorso del dactilo del quelípodo mayor con surco longitudinal flanqueado por filas paralelas de depresiones puntiformes; papilas genitales de los adultos no prolongadas..... 6

6.- Bordes del rostro rectos, finamente punteados, convergen en ápice subcuadrangular; borde dorsal del carpo y propodo de los quelípodos con fila de tubérculos esferoidales prominentes; flagelo antenal con pilosidad corta e hirsuta..... *Parastacus nicoleti* (Philippi)  
(Camarón de vega o güalbe. Valdivia y Osorno)

- Bordes del rostro curvos, convergentes hacia el ápice; borde dorsal del car-

po y propodo de los quelípodos con doble fila de pequeños tubérculos escamiformes poco prominentes. flagelo antenal glabro ..... *Parastacus pugnax*

(Poeppig); (Camarón de vega. Cautín a Curicó)

7.- Caparazón cefalotorácico con bordes laterales claramente denticulados o espinudos ..... 8

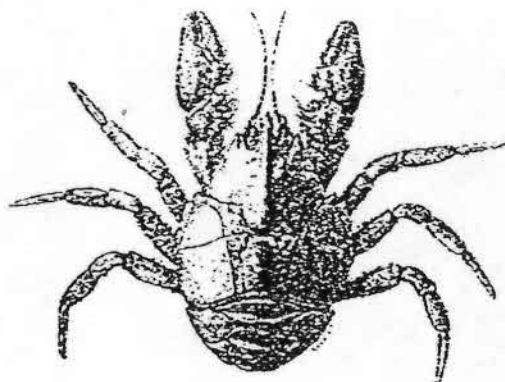
- Caparazón cefalotorácico con bordes laterales lisos, levemente crenulados o nodulosos ..... 12

8.- Línea media del caparazón elevada en quilla longitudinal prominente, solo interrumpida por el surco cervical ..... 9

- Línea media del caparazón roma, no forma quilla longitudinal..... 10

9.- Superficie del caparazón pubescente, opaca. Angulo anterolateral del 2º pleurón abdominal agudo pero no espiniforme. Dentículos del borde de la cresta palmar de tamaño homogéneo, cortos y subagudos. Borde ventrolateral interno del merus de los quelípodos con una espina distal y uno o más tubérculos romos. Borde dorsal del merus y carpo de los pereiópodos 3 y 4 liso, tan solo con cerdas gruesas y tiesas .....

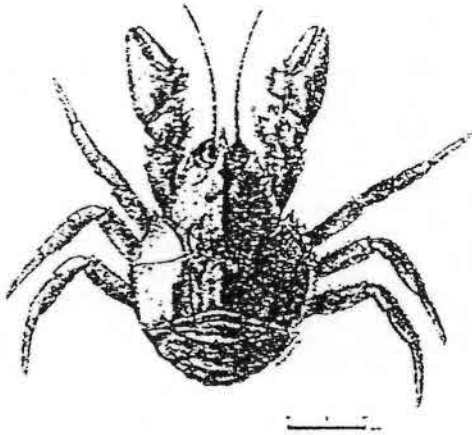
..... *A. d. denticulata* Nicolet



(Angol a Chiloé. En ríos pequeños y medianos del Valle Central)

- Superficie del caparazón glabra, brillante. Angulo anterolateral del 2º pleurón abdominal agudo, espiniforme y recurvado. Dentículos del borde de la cresta palmar de tamaño heterogéneo, espiniformes. Borde ventrolateral interno del merus de los quelípodos con fila de espigas de las cuales la distal es mayor. Borde dorsal del merus y carpo de los pereiópodos 3 y 4 microdenticulados, dentículos espiniformes .....

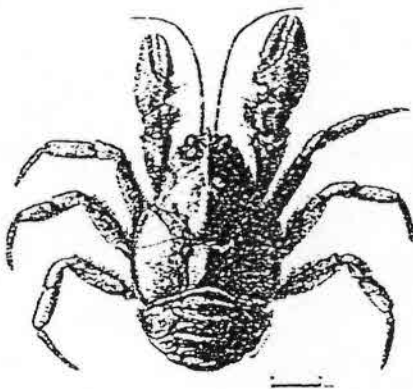
..... *A. denticulata lacustris* Jara



(Lagos Rupanco y Llanquihue)

10.- Rostro nitidamente triangular, de ápice cónico que no sobrepasa las córneas por más de 0,5 a 1 vez la longitud de éstas. Dentículos del borde branquial anterior aplanados y poco distintos; los del borde branquial posterior tuberculiformes. Dedo móvil de las quelas con robusto proceso espiniforme cerca de su base. 4º esterno torácico con tubérculo medio agudo, prominente.....

..... **A. bahamondei** Jara

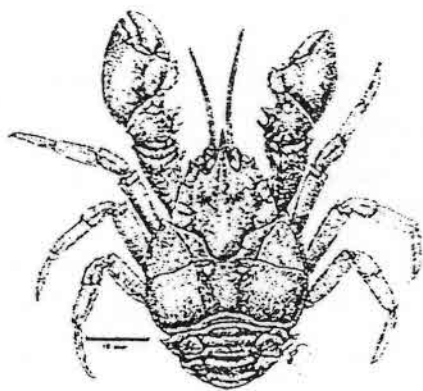


(Cuenca del Rio Tucapel. Arauco)

- Rostro triangular muy elongado, que hace aparecer la base del mismo muy estrecha en relación a su longitud. Apice rostral cónico, estiliforme, sobrepasa las córneas entre 1.5 y 3 veces la longitud de éstas; márgenes rostrales escasamente definidos, no expandidos ni recurvados. Dentículos del borde branquial distintos, cónicos y recurvados especialmente los posteriores. Proceso dorso-basal del dactilo de las quelas pobremente desarrollado ..... 11

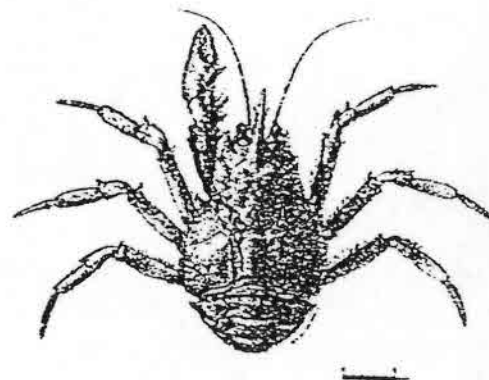
11.- Cresta palmar subrectangular, flabeliforme, de borde indentado por 3 a 6 dentículos espiniformes. Dorso del carpo de los quelípodos con una fila submedial interna de tubérculos espiniformes próxima y paralela a la cresta carpal y una segunda fila apenas perceptible de tubérculos romos en línea submedial externa. 4º esterno torácico sin tubérculo medial .... **A. rostrata** Jara





(Lagos Villarica, Caburga, Colico, Calafquén, Panguipulli, Neltume, Riñihue y Río San Pedro hasta Valdivia)

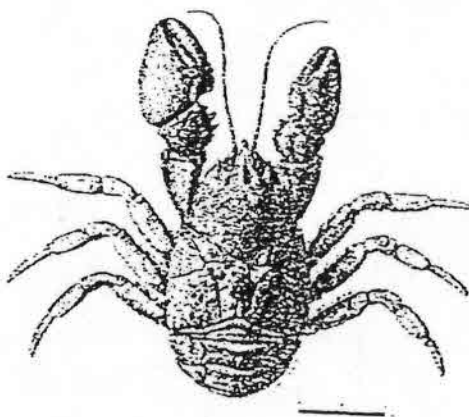
- Cresta palmar consistente en una sola espina cónica, larga y aguda inclinada hacia el extremo distal de la quela. Dorso del carpo de los quelípodos con fila submedial interna de tubérculos romos y setosos y fila submedial externa representada por una espina cónica, aguda y recurvada, tan grande como la segunda de la cresta carpal, seguida de un tubérculo romo. 4º esterno torácico con tubérculo medial prominente..... *A. spectabilis* Jara



(Cuenca del río Chol Chol, Prov. Cautín)

12.- Diente o lóbulo epibranchial no separado del área pterygostomial. "Barras" frontalmente convergentes. Proceso subrostral macizo y prominente, su extremo ventral sobrepasa los pedúnculos oculares. Telson sin articulación longitudinal media. Tercio distal del rostro plano a levemente cóncavo, sus bordes con escamas gruesas.....

..... *A. papudo* Schmitt



(Río Limarí hasta Río Maipo)

- Diente o lóbulo epibranchial separa-

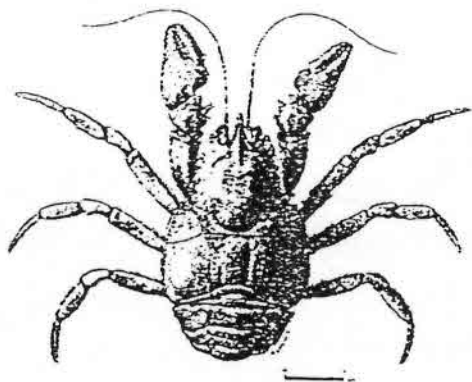
do del área pterygostomial por la rama ventral de la *línea aeglica*. "Barras" frontalmente divergentes. Proceso subrostral de tamaño variable que no sobrepasa los pedúnculos oculares. Tercio distal del rostro con al menos insinuación de la carena rostral, nunca cóncavo ..... 13

13.- Espina orbitaria ausente ..... 14

- Espina orbitaria presente ..... 17

14.- Telson indiviso, cordiforme sin rastro de sutura medial; ocasionalmente con una hendidura apical de profundidad variable. 4º esterno torácico con una prominencia medial plana subdisciforme

..... *A. alacalufi* Jara & López



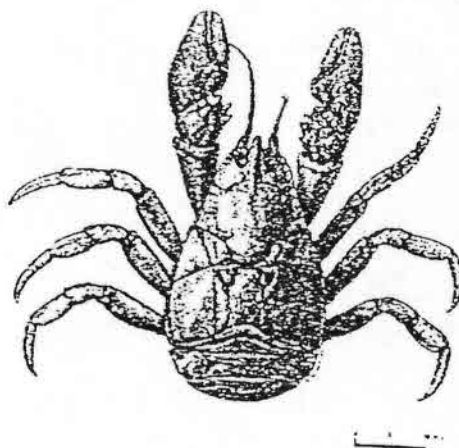
(Seno de Reloncaví a Isla Madre de Dios e Isla de Chiloé)

- Telson con sutura longitudinal funcional..... 15

15.- Bordes del rostro demarcados por fila apretada de escamas gruesas que alcanzan sin interrupción la escama

apical. Espinas de la cresta carpal de los quelípodos gruesas, romas y levemente aplanadas por su costado frontal, con una fila longitudinal de escamas gruesas sobre el costado dorsal

..... *A. affinis* Schmitt

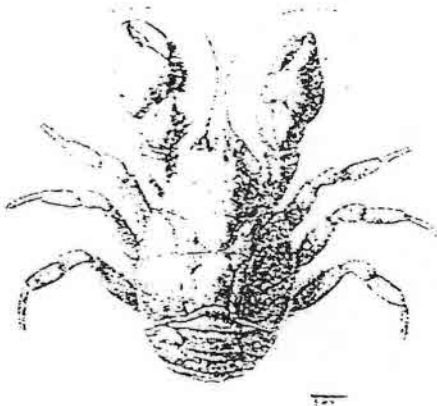


(Laguna del Maule y nacimiento del Río Maule)

- Bordes del rostro lisos o con fila rala de cerdas muy cortas ..... 16

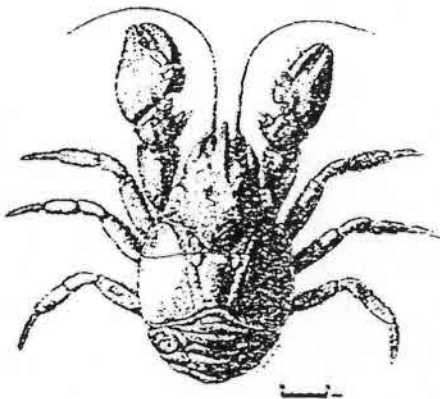
16.- Área gástrica amplia, abombada, muy protuberante, su punto más alto a nivel del lóbulo hepático 3º; lóbulo predactilar de las quelas incluido en la cresta palmar; cresta rostral con fila doble o simple de pequeñas escamas; ángulo anterolateral del 2º epímero abdominal agudo, generalmente provisto de una escama apical .....

..... *A. concepcionensis* Schmitt



(Arroyos alrededor de la ciudad de Concepción, Chiguayante y Cayumanqui)

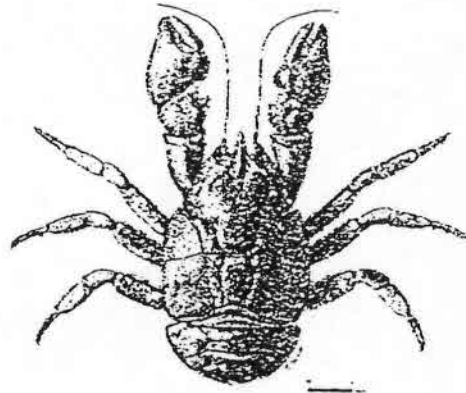
- Area gástrica amplia pero baja, su punto más alto a nivel del 2° lóbulo hepático; lóbulo predactilar de las quelas distinto y separado de la cresta palmar; cresta rostral sin escamas, solo con banda de cerdas cortas; ángulo anterolateral del 2° epímero abdominal romo y redondeado ..... **A. *manni*** Jara



(Arroyo Buenaventura en Huellethue y

arroyos en Ba. Mehuin y Curiñanco, Provincia de Valdivia)

\*17.- Angulo anterolateral del 2° epímero abdominal romo y redondeado, eventualmente con dos o más escamitas planas y romas en fila sobre el borde del epímero. Rostro corto y ancho notoriamente inclinado hacia abajo, con una banda de escamas gruesas sobre los bordes y fila doble de escamas sobre la carena rostral. Superficie del caparazón y quelas áspero. Espina orbitaria esporádica ..... **A. *neuquensis*** Schmitt



(Río Simpson y afluentes, Coyhaique)

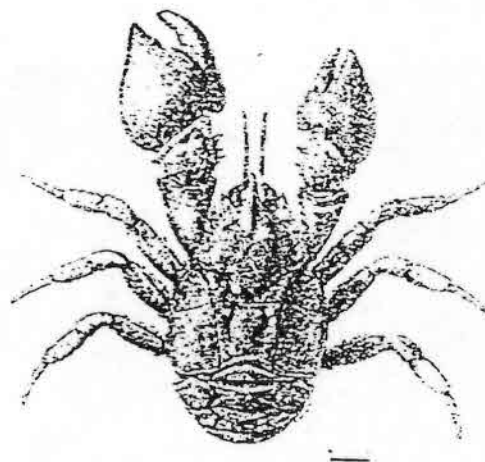
- Angulo anterolateral del 2° epímero abdominal agudo ..... 18

18.- Rostro variablemente triangular a ligulado, romo, de bordes expandidos o engrosados y recurvados que dejan un surco o depresión longitudinal notoria a ambos costados de la carena rostral. Apice rostral respingado, con una

escama central de agudeza variable rodeada de una corona de escamas pequeñas y cerdas ..... 19

- Rostro triangular a estiliforme, agudo, de bordes rectos no recurvados y si se presentan engrosados el reborde marginal no alcanza el ápice; depresión longitudinal a ambos lados de la carena rostral poco evidente. Apice rostral recto, nivelado con el resto del cuerpo rostral ..... 22

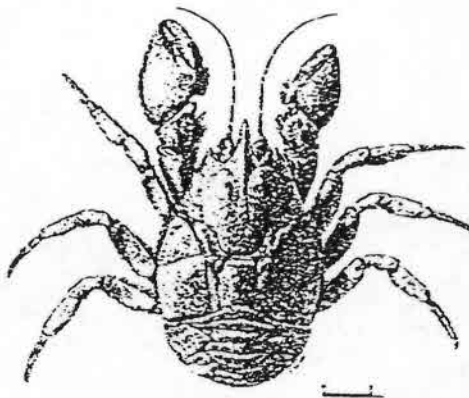
19.- Espina orbitaria reducida a un resalte o escalón como sobre el borde externo del seno orbitario, ocasionalmente armado con una escámula. Rostro de base ancha que se angosta rápidamente por delante de los pedúnculos oculares y continua hasta la proximidad del ápice con bordes subparalelos. Cresta palmar notoria, de perfil rectangular y borde casi recto limitada en ambos extremos por bordes igualmente rectos particularmente marcado el frontal que se desprende desde el nivel del lóbulo predactilar ..... ***A. laevis laevis*** Latreille



(Cuenca del río Maipo, Región Metropolitana)

- Espina orbitaria raramente reducida, aguda y bien definida por un seno extraorbitario en U ..... 20

20.- Cresta palmar de borde indentado a nodulado, separada del lóbulo predactilar por una hendidura profunda y estrecha inclinada hacia el extremo distal de la quela ..... ***A. araucaniensis*** Jara

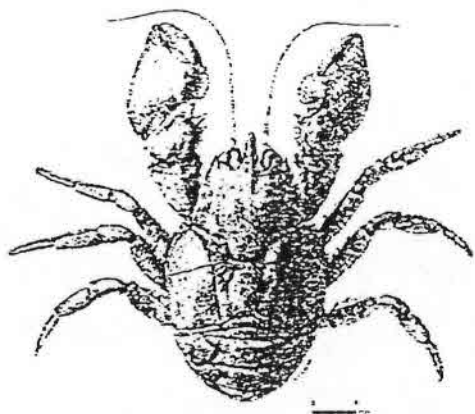


(Ríos del Valle Central, entre Río Bío Bío

e Isla de Chiloé)

- Cresta palmar de borde curvo y liso, a lo más con una o dos indentaciones leves remarcadas por escamas agudas un poco mayores que las que forman una gruesa banda sobre el borde. Extremo anterior de la cresta palmar fundida con el lóbulo predactilar ..... 21

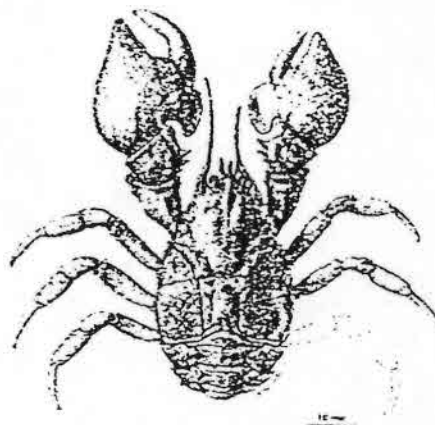
21.- Extremo proximal de la cresta palmar redondeado a subanguloso, grueso y recurvado, no sobrepasa hacia atrás el lóbulo articular carpo-propodo ..... *A. laevis talcahuano* Schmitt



(Ríos del Valle Central, entre San Fernando y Chillán)

- Cresta palmar notoriamente expandida, subdisciforme, su extremo proximal forma un lóbulo amplio y cóncavo que sobrepasa hacia atrás con

largueza el tubérculo articular carpo-propodo ..... *A. expansa* Jara



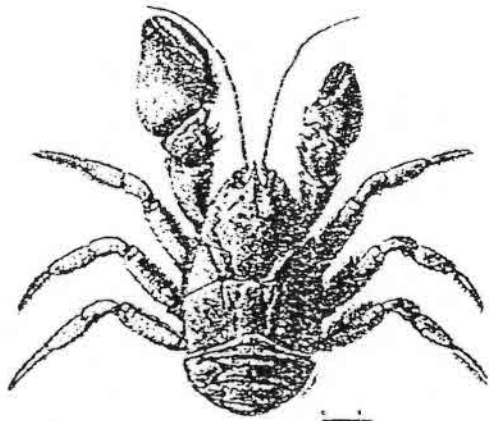
(Río Hualqui, Provincia de Concepción)

22.- Rostro definidamente triangular, de bordes rectos o levemente cóncavos por delante de los ojos; su longitud igual o poco mayor que su ancho a nivel del fondo de las órbitas; reborde marginal casi imperceptible ..... 23

- Rostro estiliforme, de bordes suave pero definidamente cóncavos por delante de los ojos; su longitud 1,4 a 1,8 veces su ancho a nivel del fondo de las órbitas; reborde marginal engrosado que no llega hasta el ápice ..... 24

23.- Caparazón gruesamente punteado; áspero, opaco, con escamas gruesas en la concavidad de las puntuaciones. Borde de los artejos distales de los pereópodos y quelas con haces de cerdas gruesas e hirsutas. Dorso del lóbulo car-

pal de los quelípodos escamoso. Bordes del rostro con fila apretada de escamas agudas dirigidas hacia adelante. Carena rostral con escamas gruesas, visibles sin ayuda óptica ..... **A. abtao** Schmitt



(Cuenca del río Toltén a Isla de Chiloé)

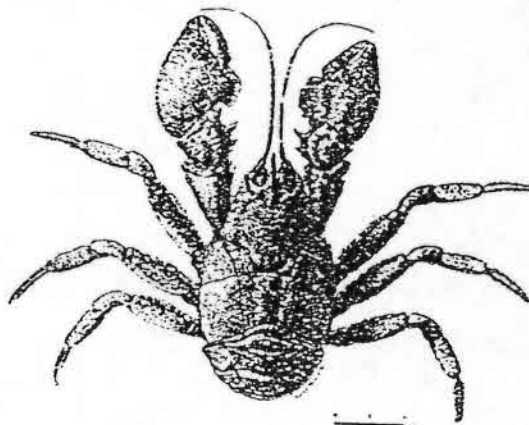
- Caparazón liso, brillante, con escamas muy pequeñas dispersas y poco notorias. Borde de los artejos distales de los pereiópodos con filas de cerdas finas poco visibles. Dorso del lóbulo carpal de los quelípodos no escamoso .....

..... **Aegla riolimayana** Schmitt

(Cuenca del Lago Nahuel-Huapi y río Limay, Argentina)

24.- Caparazón finamente punteado, no escamoso. Bordes del rostro suavemente cóncavos, con fila rala de escamas que se pierde antes de alcanzar el ápice rostral. Bordes precervicales rectos y uniformemente convergentes desde al surco cervical hasta el ángulo ante-

rolateral del caparazón. Cuarto esterno torácico plano, liso .. **A. pewenchae** Jara

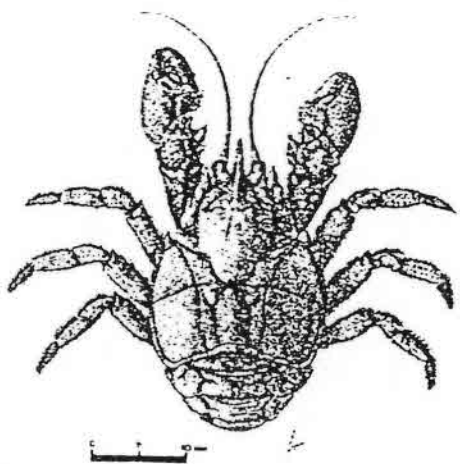


(Río Rapel al Río Cautín)

- Caparazón finamente punteado, con cerdas filiformes y escamitas romas dispersas sobre el área gástrica. Rostro elongado y aplanado en 4/5 proximales y cónico en el 1/5 distal; con bordes engrosados y escamosos en 4/5 proximales. Cuarto esterno torácico con tubérculo, esporádicamente con 1 o 2 escamas frontomediales .....

..... **A. cholchol** Jara





(Cuenca del Río Chol Chol)

## Phylum Mollusca

### Clase Gastropoda

La mayoría de los gastrópodos poseen una concha enrollada en espiral, poseen una porción muscular que se proyecta fuera de la concha llamada "pie". La mayoría son herbívoros. La respiración es por branquias o por cavidades pulmonares que almacenan el oxígeno. Una gran parte de las especies requieren altas concentraciones de oxígeno, pero algunas como los integrantes de las familias Physidae y Lymnaeidae pueden vivir en grandes números en lugares con vegetación acuática y restos orgánicos y con gran cantidad de contenido de sales.

#### Clave para las Familias de Gastropoda dulceacuícolas chilenos (adaptada de Valdovinos, 1989, por Maritza Mercado)

- 1a Concha en forma cónica (como lapas)..... **ANCYLIDAE** (*Gundlachia*)
- 1b Concha en espiral ..... 2
- 2a Concha planiespiral ..... **PLANORBIDAE** (*Biomphalaria*)
- 2b Concha cónica-espiralada ..... 3
- 3a Concha sinestrógiro, abertura de la concha al lado izquierdo ..... **PHYSIDAE** (*Physa*)
- 3b Concha dextrógiro, abertura de la concha al lado derecho ..... 4
- 4a Borde interno del labio columelar con un pliegue; último anfracto muy dilatado; periostraco con bandas en zig-zag; con opérculo ..... **CHILINIDAE** (*Chilina*)
- 4b Borde interno del labio columelar sin pliegue; último anfracto no tan dilatado; periostraco liso; con o sin opérculo ..... 5
- 5a Borde columelar ancho; abertura de la concha de 1/2 el largo total; sin opérculo ..... **LYMNAEIDAE** (*Lymnea*)
- 5b Borde columelar angosto; abertura de la concha de 1/3 el largo total; con opérculo ..... **AMNICOLIDAE** (*Littoridina*)

### Clase Bivalvia

Los bivalvos de aguas dulce se encuentran tanto en aguas lóxicas como lénticas, siendo mas abundantes en estas últimas, en fondos lodosos o arenosos. En Chile se conocen dos familias.

**Familia HYRIIDAE:** cuyo representante es *Diplodon chilensis* (*D. molinae*), es el bivalvo de mayor tamaño, de color amarillo pardo a muy negruzco, presenta el umbo desplazado y muy rugoso y posee una forma rectangular.

**Familia SPHAERIDAE:** uno de los representantes mas conocido es *Pisidium chilensis*, de tamaño diminuto, de color amarillo claro, a veces con manchas pardas, su forma es circular.

## CLAVE SIMPLIFICADA PARA PECES Y CICLOSTOMOS

(Tomado de Campos y colaboradores (1993), modificado por M. Grandjean)

1. Boca en forma de embudo, sin mandíbula. Sin aletas pares .....2  
Boca con mandíbula. Con aletas pares.....3
2. Segunda dorsal bien separada de la caudal. Caudal redondeada  
*Geotria australis*  
Segunda dorsal no separada de la caudal. Caudal aguda  
*Mordacia lapicida*
3. Cuerpo desnudo, sin escamas .....4  
Cuerpo cubierto de escamas.....13
4. Con barbillas.....5  
Sin barbillas.....9
5. Dos aletas dorsales. La segunda adiposa. Un solo par de barbillas  
*Diplomystes sp.*  
Una sola dorsal. Seis barbillas .....6
6. Con un par de barbillas mentonianas  
*Nematogenys inermis*  
Sin barbillas mentonianas.....7
7. Dorsal dispuesta en la mitad de la longitud total. Con manchas bien definidas en la línea media y en la vecindad del dorso.  
*Bullockia maldonadei*  
Sin manchas definidas.....8
8. Dorsal en posición posterior a la mitad del cuerpo. Pedúnculo caudal alto  
*Trichomycterus areolatus*  
Dorsal casi en el medio de la longitud total. Pedúnculo caudal delgado.  
Pélvicas por delante de la mitad del cuerpo  
*Trichomycterus chiltoni*

18. Premaxilares protráctiles. Primera dorsal a nivel de la mitad de las ventrales.  
Escamas con bordes festoneados  
*Cauque mauleanum*

Premaxilares no protráctiles. Origen de la primera dorsal a la altura  
del extremo anterior de la abertura anal. Escamas sin bordes festoneados.  
*Basilichthys australis*

19. Primer rayo pélvico filamentosos.....20

Rayos pélvicos no prolongados  
*Percillia gillissi*

20. Extremo posterior del maxilar no aserrado. Preopérculo con espinas pequeñas.  
infraorbitales y lacrimal poco aserrados  
*Percichthys trucha*

Extremo posterior del maxilar aserrado. Preopérculo con espinas más grandes,  
aserrado. Lacrimal aserrado  
*Percichthys melanops*

## CLAVE PARA DETERMINAR LOS ESTADOS DE MADUREZ GONADAL EN LOS PECES

### MACHOS

#### 1.- Testículos pequeños

- a) Transparentes vítreos, incoloros o grisáceos .....ESTADO I (juveniles)
- b) Translúcidos, turbios y de coloración gris-rojiza .....ESTADO II (reposo)
- c) Opácos, rojizos y vascularizados .....ESTADO III (preparación)

#### 2.- Testículos grandes

- a) cupan buena parte de la cavidad visceral y son tensos, vascularizados y rojo blanquizcos  
o blancos ..... ESTADO IV (retracción)
- b) Llenan la cavidad visceral y son opacos blancos y de paredes tensas. Exprimidos dan  
espesas gotas blancas de esperma ..... ESTADO V (distensión)
- c) Paredes blandas. Exprimidos corre de ellos abundante esperma fluido "como leche"  
.....ESTADO VI (maduros)

#### 3.- Testículos en regresión

- a) Blancos con leves tonos rojizos y paredes flojas. Presionándolos corre aún esperma .....  
ESTADO VII (semifrezados)

- b) Rojos o rojo - grisáceos, muy reducidos, con paredes muy flojas y ricas en vasos sanguíneos. Presionándolos no sale esperma y poco a poco, regresan al estado II ... ESTADO VIII (frezados).

## HEMBRAS

### 1.- Ovarios pequeños de paredes tiesas y con huevos no visibles a ojo desnudo:

- a) Vítreos, transparentes; raras veces rojizos y con lumen estrecho (al microscopio se ven los huevos como células poligonales, transparentes y muy apretados ..... ESTADO I (juvenil))
- b) Translúcidos o turbios, de color rojizo o rojo grisáceo y con lumen visible y lleno de líquido (huevos visibles únicamente con lupa, en forma de granos redondos y transparentes, rodeados de huevos poligonales, más jóvenes).... ESTADO II (reposo)

### 2.- Ovarios medianos vascularizados, opacos y con huevos visibles a ojo desnudo, llenan más o menos la mitad de la cavidad visceral:

- a) Rojo grisáceos o anaranjado - oscuro, poco tiesos y con lumen grande. A ojo desnudo, ya se ven algunos o muchos huevos opacos y de color anaranjado..... ESTADO III (preparación)
- b) Anaranjados a blancos rojizos, muy tensos y quebradizos; lumen aún visible. Los huevos que van a ser expulsados son numerosos, poligonales, opacos, llenos de yema, y su color varía del anaranjado claro al blanco - rojizo ..... ESTADO IV (contracción)

### 3.- Ovarios grandes han alcanzado su mayor tamaño y llenan la cavidad visceral:

- a) Opacos, anaranjados o blanco rojizos, tensos y quebradizos, con lumen muy estrecho. Huevos esféricos, pacos y llenos de yema; algunos ya aparecen aislados, vítreos y transparentes..... ESTADO V (distensión).
- b) Translúcidos y rojo grisáceos, con lugares todavía algo opacos y anaranjados. Paredes tensas, pero que ceden a la presión, haciendo que el lumen lleno de freza fluida, deje salir fácilmente los huevos vítreos y transparentes..... ESTADO VI (madurez)

### 4.- Ovarios en regresión acortados, translúcidos y con paredes flojas:

- a) Gris a rojo oscuros; lumen muy grande, lleno con freza fluida y mucho líquido ..... ESTADO VII (semifrezados)
- b) Rojos oscuros, notablemente acortados y con paredes muy flojas, ricas en vasos sanguíneos y, a menudo, plegadas. Lumen amplio con mucho líquido y rastros de freza, con huevos arrugados y con reabsorción. Pasando lentamente al estado II... ESTADO VIII (frezados)

## VIII.- REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA

### Referencias

- Brower, J.E. & J.H. Zar. 1977. Field and Laboratory Methods for General Ecology.- Wm.C. Brown Co. Publishers, Dubuque, Iowa.
- Elliott, J.M. 1977. Some methods for the statistical analysis of samples of benthic invertebrates.- 2a ed. Freshwater Biological Association Scientific Publication 25, Cumbria, UK.
- Hauer, F.R. & G.A. Lamberti. 1996. Methods in Stream Ecology.- Academic Press, San Diego. 674 pp.

### Bibliografía de consulta y apoyo

- Cummins, K.W. 1974. Structure and function of stream ecosystems.- BioScience, 24:631-641.
- Giller, P.S. & B. Malmqvist. 1998. The Biology Of Streams and Rivers.- Oxford University Press.
- Hynes, H.B.N. 1960. The Biology of Polluted Waters.- 6<sup>th</sup> impression, Liverpool University Press.
- Hynes, H.B.N. 1970. The Ecology of Running Waters.- 3rd impression, Liverpool University Press.
- McCafferty, W.P. 1981. Aquatic Entomology.
- Merrit, R.W. & K.W. Cummins (Eds.). 1996. An Introduction to teh Aquatic Insects of North America.- Kendall/Hunt, Dubuque, Iowa.
- Naiman, R.J. & R.E. Bilby. 1998. River Ecology and Management.- Lessons from the Pacific Coastal Ecoregion.- Springer-Verlag, New York.
- Wetzel, R.G. & G.E. Likens. 1979. Limnological analyses.- W.B. Saunders Co. Philadelphia.



**La información presentada en este documento, ya sea libros o material de identificación de especies, tanto arbóreas – arbustivas como de macroinvertebrados, así como la “Guía para la determinación de los Artrópodos Bentónicos Sudamericanos”; la Tesis “Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de calidad de agua en la cuenca del estero Peu Peu, comuna de Lautaro IX Región de la Araucanía” y la guía “Macrozoobentos, peces y contaminación de ecosistemas acuáticos continentales”; cuentan con la autorización de sus respectivos autores para la utilización en el curso “Bioindicadores de calidad de agua en ríos: herramienta de gestión para el sector agropecuario”.**

**La información presentada en este documento, ya sea libros o material de identificación de especies, tanto arbóreas – arbustivas como de macroinvertebrados, así como la “Guía para la determinación de los Artrópodos Bentónicos Sudamericanos”; la Tesis “Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de calidad de agua en la cuenca del estero Peu Peu, comuna de Lautaro IX Región de la Araucanía” y la guía “Macrozoobentos, peces y contaminación de ecosistemas acuáticos continentales”; cuentan con la autorización de sus respectivos autores para la utilización en el curso “Bioindicadores de calidad de agua en ríos: herramienta de gestión para el sector agropecuario”.**