

ASPECTOS BIOECOLOGICOS DEL ORDEN TRICHOPTERA Y SU RELACION CON LA CALIDAD DEL AGUA

Amanda D. Quintero de G.*
Angela Martha Rojas de H.**

RESUMEN

Trichoptera es un orden notable por la sensibilidad de las larvas a la calidad del agua, su reconocido valor como sustento de peces y sus típicos hábitos de construcción de albergues y redes para refugio y alimento respectivamente. Los objetivos del presente trabajo fueron: estudiar la distribución y bioecología de adultos en ríos y quebradas de Farallones de Cali, su importancia ecológica y uso potencial como indicadores de calidad de aguas. Entre 1984 y 1986 se hicieron colecciones de larvas y adultos en corrientes lénicas y lólicas localizadas entre los 980 a 2000 metros de altura, en las cuales se midieron parámetros fisicoquímicos como pH, oxígeno disuelto, CO², temperatura, etc., para conocer el estado del agua en el momento del muestreo. Se obtuvieron adultos bajo condiciones simuladas de aireación, con el fin de profundizar más en la taxonomía del grupo y de correlacionar los respectivos estados inmaduros con sus adultos. Las observaciones permitieron establecer una relación directa entre familias y géneros encontrados, con estados específicos de calidad de agua; además se halló que los Trichoptera de Farallones de Cali se agrupan en 10 familias, 17 géneros y por lo menos 36 especies las cuales viven en ríos y quebradas de aguas muy limpias y bien oxigenadas provenientes de bosques naturales; Glossosomatidae e Hy-

dropsychidae presentaron el mayor porcentaje de individuos colectados y en general se mostró que la población de Trichoptera disminuye casi verticalmente a medida que aumenta la contaminación del agua. Hydropsychidae presentó una distribución uniforme en toda la zona de estudio.

INTRODUCCION

La obtención de energía, abastecimiento de acueductos, irrigación, consumo industrial, conservación de fauna y flora, recreación y otras dependen del agua, especialmente de su cantidad, regularidad y sobre todo de su calidad.

Una de las principales razones para el estudio de insectos acuáticos es su relación con el medio; órdenes como Plecoptera, Ephemeroptera y Trichoptera, entre otros, son muy sensibles al grado de pureza del agua.

La idea de usarlos como indicadores de calidad de aguas nació en Europa y Norte América hace más de medio siglo. Colombia tiene los ecosistemas hídricos más ricos del mundo, sin embargo, sólo recientemente ha iniciado estudios sobre calidad y productividad biológica de sus aguas dulces. Trabajos como los de Roldán et al (14) en el río Medellín; Gaviria y Rodríguez (6) en el río Bogotá y Zúñiga de Cardozo (17) en el río Cali iniciaron la relación de los aspectos fisicoquímicos y biológicos en estudios de polución de estos ríos.

Estudios sobre aspectos básicos de taxonomía y bioecología de ninfas de Ephemeroptera han sido realizados por

Roldán (12,13) y de larvas de Trichoptera por Correa et al (2); Quintero y Rojas (16) trabajaron aspectos morfológicos y taxonómicos de larvas y adultos de trichoptera de Farallones (Valle).

El principal propósito del presente trabajo fue proveer bases biológicas y ecológicas sobre el orden Trichoptera del área de Farallones de Cali, que permitan comprender su importancia en la economía acuática y usar la información sobre distribución, abundancia e índice biótico, en el conocimiento de la calidad del agua.

REVISION DE LITERATURA

Los Trichopteros constituyen un orden pequeño holometábolo ampliamente distribuido, conocido en países de habla inglesa como caddisflies. Según Lehmkühl (9) se han descrito aproximadamente unas 4500 especies en el mundo.

Los trichopteros adultos tienen un tamaño pequeño a mediano. Son muy frágiles, semejantes en forma a mariposas o moscas; poco familiares para la persona común ya que están relacionados con hábitats lóticos fríos. Presentan colores muy suaves en tonos pastel, entre grises, habanos, verde claro, amarillo.

Son buenos voladores aunque no se alejan mucho de las corrientes; en el día descansan bajo las hojas de la vegetación ribereña, entre el musgo o en las rocas (11).

Todos sus estados inmaduros, con pocas excepciones, se desarrollan en

* Bióloga, Entomología, Universidad del Valle, Colombia.

** M.sc. Profesora Departamento Biología-Entomología, Universidad del Valle, Colombia.

aguas frescas, bien oxigenadas y no contaminadas. La mayor parte del ciclo de vida transcurre en el estado larval, duran hasta un año en latitudes altas, y menos tiempo cuando viven cerca al trópico. El interés en el estudio de las larvas de Trichoptera, por parte de un gran número de naturalistas e investigadores, se centra en diferentes aspectos:

- Sus curiosos hábitos de construcción de redes de seda y los típicos albergues que les sirven para capturar alimento y de refugio, respectivamente.
- Su potencial como indicadores de la calidad de un cuerpo de agua, lo cual se basa en el estrecho rango de condiciones ecológicas que toleran muchas de sus especies.
- Su estudio y dispersión aporta información sobre el pasado de la vida de la tierra (15).
- Por su valor en la dieta alimenticia de una gran cantidad de peces, se considera parte importante de las cadenas tróficas acuáticas.

MATERIALES Y METODOS

El estudio bioecológico del orden Trichoptera se llevo a cabo desde octubre de 1984 hasta mayo de 1986 en el área de Farallones de Cali.

El parque Natural de Farallones de Cali se encuentra localizado en la Cordillera Occidental, en el municipio de Cali, departamento del Valle del Cauca (Figura 1), tiene montañas con alturas superiores a 3.200 metros. Las condiciones climatológicas del área de estudio se describen en la Tabla 1.

El INCORA lo declaró Parque Nacional, por resolución no. 92 de 1968; actualmente lo administra y protege la Corporación Autónoma Regional del Cauca (C.V.C.).

Se escogió como zona de trabajo porque además de las características anteriores presenta, casi en su totalidad, ecosistemas de aguas lólicas, claras, frías, bien oxigenadas, sin contaminación y con numerosas caídas, lo que ofrece excelentes oportunidades para investigar factores de diversidad, com-

TABLA 1. Condiciones climatológicas de la zona estudiada en Farallones de Cali (Reelaborada de C.V.C. 1967, 1969, 1974, 1979).

Zona	Altura (m.s.n.m.)	Zona de vida	T. promedio (°C)	Precp. promedio (mm)
Vertiente Oriental				
Alta	1600 a 2000	bmh- ST a bmh-MB	12 a 19	2500 y más
Media	1200 a 1600	bh - ST	19 a 24	1800
Baja	800 a 1200	bs - T	24 y más	1500
Vertiente Occidental				
Media	1000 a 1600	bmh- T a bh - ST	17 a 24	3500 a 4000
Baja	0 a 1000	bp- T a bmh - T	24 y más	4000 a 8000

posición, abundancia y hábitat del Orden Trichoptera.

Además se destaca la importancia del lugar como principal centro recreacional y porque la cuenca del río Cali, formada desde sus partes más altas, suministra agua al acueducto de San Antonio que abastece a más de 500.000 habitantes.

Los diferentes informes elaborados por la Corporación Autónoma Regional del Cauca (C.V.C.), (3,4,5) permitieron sugerir la división de la zona de estudio en dos vertientes y agrupar las corrientes muestreadas en tres cuencas (Tabla 2).

Antes de empezar el trabajo se elaboraron fichas donde se registraron: fecha, hora, temperatura del aire y del agua, anchura, profundidad, sustrato y otras condiciones bajo las cuales se encontraba el río o quebrada muestreada (a).

La toma de muestras se hizo siguiendo las recomendaciones y metodología para análisis de aguas descrita por Needham y Needham (10).

Las determinaciones químicas de CO₂, pH, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), turbiedad, alcalinidad, dureza total y otras, se hicieron en el labora-

TABLA 2. Localidades de estudio en Farallones de Cali.

		Metros sobre el nivel del mar
I. Vertiente Oriental		
- Cuenca Meléndez - Pance	Q. La Chorrera (Topacio)	1800
	R. Pance	1550
	R. Meléndez	1540, 1000, 950
- Cuenca del río Cali	R. Peñas Blancas	2000
	R. Pichinde	1400
	R. Felidia	1500
	R. Cali	1200, 1000, 950
II. Vertiente Occidental		
- Cuenca del río Anchicaya	Q. Almorzadero	1400
	Q. Dos Cascadas	1300
	R. Blanco	1000
	R. Danubio	600
	Q. Bajo Anchicayá	430

torio del Departamento de Procesos Químicos y Biológicos de la Universidad del Valle; se utilizó el método estandar descrito por Apha (1). Los parámetros usados para los análisis de aguas cubrieron el 95% de aquellos que exige el Ministerio de Salud para bioensayos acuáticos (Decreto 1594 de 1984).

Para el estudio biológico se prefirieron aguas lóxicas, porque presentan mayor variedad de nichos ecológicos; se seleccionaron tramos de corrientes de tres metros de longitud donde se muestreó de orilla a orilla. Las muestras biológicas se recogieron con diferentes métodos, manual y con red para bentos (10) y se depositaron en frascos con alcohol debidamente rotulados. En cada sitio se colectaron tantas larvas como fue posible; parte del material se llevó vivo al laboratorio donde se colocó bajo condiciones simuladas de temperatura, oxigenación y velocidad de corriente con el fin de obtener adultos para precisar su identificación. Especímenes de los estados

inmaduros y adultos se enviaron para su clasificación, al Dr. Oliver S. Flint Jr; taxónomo especialista de Smithsonian institution.

Para demostrar la relación del Orden con la calidad del agua se tomó como referencia el estudio realizado por Hilsenhoff (7) quien ha trabajado la parte entomológica en calidad de aguas; se calculó el Índice Biótico (I.B.). Así mismo, para los géneros colectados en Farallones, se asignaron, por primera vez, valores de tolerancia a la contaminación, basados en los resultados de los principales parámetros fisicoquímicos sugeridos por Hilsenhoff (7) para corrientes muestreadas.

Para calcular el Índice Biótico se empleó la fórmula siguiente:

$$I.B. = \frac{\sum ni.na}{N}$$

donde:

- ni = Número de individuos de cada especie o género.
- na = Valor de tolerancia asignado a esa especie o género.
- N = Número de individuos en el total de la muestra.

RESULTADOS Y DISCUSION

RESULTADOS FISICOQUIMICOS

Los resultados de los principales parámetros fisicoquímicos examinados en ríos y quebradas de Farallones de Cali se presentan en la Tabla 3. Los datos se agrupan según la vertiente a la que pertenece cada corriente y de acuerdo con su altura sobre el nivel del mar.

TEMPERATURA

Este parámetro varió en forma inversa con la altura (Figura 2). Los valores más bajos de temperatura se encuentran en las cabeceras de los ríos para

TABLA 3. Resultados de los principales parámetros fisicoquímicos examinados en ríos y quebradas de Farallones de Cali.

Río o quebrada	Altura m.s.n.m.	Temperat. °C	pH x	Oxígeno disuelto x Mg/l.	% Saturac. de O.D.	D.B.O.	CO ₂ Mg/l. CaCO ₃	Dureza Mg/l. CaCO ₃	Turbiedad U.T.N.	Alcalin. Mg/l. CaCO ₃	Sólidos totales p.p.m.	NO ₃ Mg/l.
P R O M E D I O S												
Vertiente Oriental												
R. Peñas Blancas	2000	16	7,0	8,3	106,5	0,0	2,0	0,0	1,0	7,0	10	
Q. La Chorrera	1800	17	7,0	8,3	106,0	0,0	2,0	0,0	1,0	10,6	18	
R. Pance (Alto)	1550	18,5	7,1	8,0	102,0	0,0	2,0	0,0	1,0	10,6	35	
R. Meléndez	1540	18,5	7,1	7,6	97,0	2,0	3,0	0,5	2,0	8,0	35	
R. Felidia	1500	18,5	7,0	8,4	102,0	0,1	3,0	0,0	1,0	8,0	40	
R. Pichindé	1400	19	7,1	7,5	95,0	2,0	3,0		2,0	8,6	38	
R. Cali (Bocatoma)	1200	20	6,9	7,2	97,0	3,0	4,5		3,0		45	1,25
R. Cali (Ciudad)	1000	21,5	6,8	5,0	74,0	20,0			4,8			
R. Meléndez (Ciudad)	1000	20	7,5	7,5	94,3	1,15			4,7		48	0,52
R. Cali (Desembocad.)	950	23,5-26	6,3	1,0	0,0	135,0						
R. Meléndez (Desembocad.)	950	21	7,2	7,1	89,3	3,6			6,2		47	0,60
Vertiente Occidental												
Q. Almorzadero	1400	19	7,8	7,5	95,0	1,0	2,0	0,0	6	10,5	50,5	1,75
Q. Dos Cascadas	1330	19,2	7,8	8,0	100,6	2,0	2,0	0,0	13	12	56	1,70
R. Blanco	1000	21	7,5	7,7	96,9	1,0	2,5	2,5	9	13	49,5	1,75
R. Danubio	600	22	7,5	7,5	91,7	1,0	1,5	0,0	8	6,5	39	1,70
Q. Bajo Anchicayá	430	22,5	7,2	7,5	90,7	2,0		0,0	1,0		30	1,70
R. Cajambre	75	23 y más										

X = Promedio

DBO = Demanda Bioquímica de oxígeno

O.D. = Oxígeno disuelto

ambas vertientes y los valores más altos los presenta la zona baja del río Cali a su paso por la ciudad, donde se convierte en reservorio de aguas residuales procedentes de diferentes tipos de actividades (17). La vertiente oriental presenta un rango de temperatura promedio que va de 16°C a 21°C en sus partes alta y baja respectivamente; la cual puede variar a lo largo del año según la época (seca o lluviosa); en la parte alta, con mejor cobertura vegetal y bosques primarios, la temperatura de sus aguas tiende a variar menos.

La vertiente occidental tiene la misma tendencia inversa con respecto a la altura pero su rango promedio es un poco más alto (19°C a 23°C) debido a que se encuentra en una zona de bosque muy húmedo tropical. En esta zona de vida los ríos son más grandes y turbulentos, la región está prácticamente deshabitada.

pH

En las partes alta y media de la vertiente oriental, el pH conserva rangos neutros o ligeramente básicos. En la parte baja correspondiente al río Cali, se torna levemente ácido como consecuencia de los productos generados en la estabilización de la materia orgánica de desecho adicionada por la ciudad, (Figura 2).

Los valores ligeramente alcalinos de la vertiente occidental se deben en parte a la composición de los suelos y a un pequeño incremento en la alcalinidad bicarbonática, consecuencia del sistema buffer CO₂ -HCO₃ que predomina en estas corrientes; en general son valores cercanos entre sí y más o menos estables durante el año (Figura 2)

OXIGENO DISUELTO (O.D)

Zúñiga de Cardoso (17) dice que el Oxígeno Disuelto es el parámetro más importante entre los que sirven para evaluar la calidad de agua porque varía más significativamente al incrementarse la contaminación en una corriente. La cantidad de O.D, presente en el agua depende de varios factores entre los que se destacan: turbulencia, temperatura, altura sobre el nivel del mar

y contenido de sales disueltas. En aguas frías, los valores de O.D. que representen niveles superiores a 5 mg/L son buenos para preservar la biota acuática promedio de un cuerpo de agua (Decreto 1594 de 1984 del Ministerio de Salud de Colombia sobre usos del agua y residuos líquidos).

En Farallones de Cali, el nivel de oxígeno disuelto es menor en las partes planas y va aumentando a medida que se acerca a las cabeceras, varía en forma directa con la altura e inversa con la temperatura (Figura 2). Los valores promedio de O.D. de la zona alta y media de la vertiente oriental tiene niveles de saturación que oscilan entre

106,5% y 95%. Estos porcentajes son considerablemente menores en las zonas bajas de los ríos Cali y Meléndez debido a la carga orgánica que reciben.

En el río Cali, antes de su desembocadura en el Cauca, el nivel de saturación de oxígeno es cero; en contraste, el valor de saturación para el río Meléndez es 89% al final de su recorrido, debido a que recibe aportes de carga orgánica considerablemente más bajos, así lo demuestran los resultados del estudio realizado para este río por Zúñiga de Cardoso (17).

El río Felidia, de esta misma vertiente, presentó el mayor promedio de O.D. a

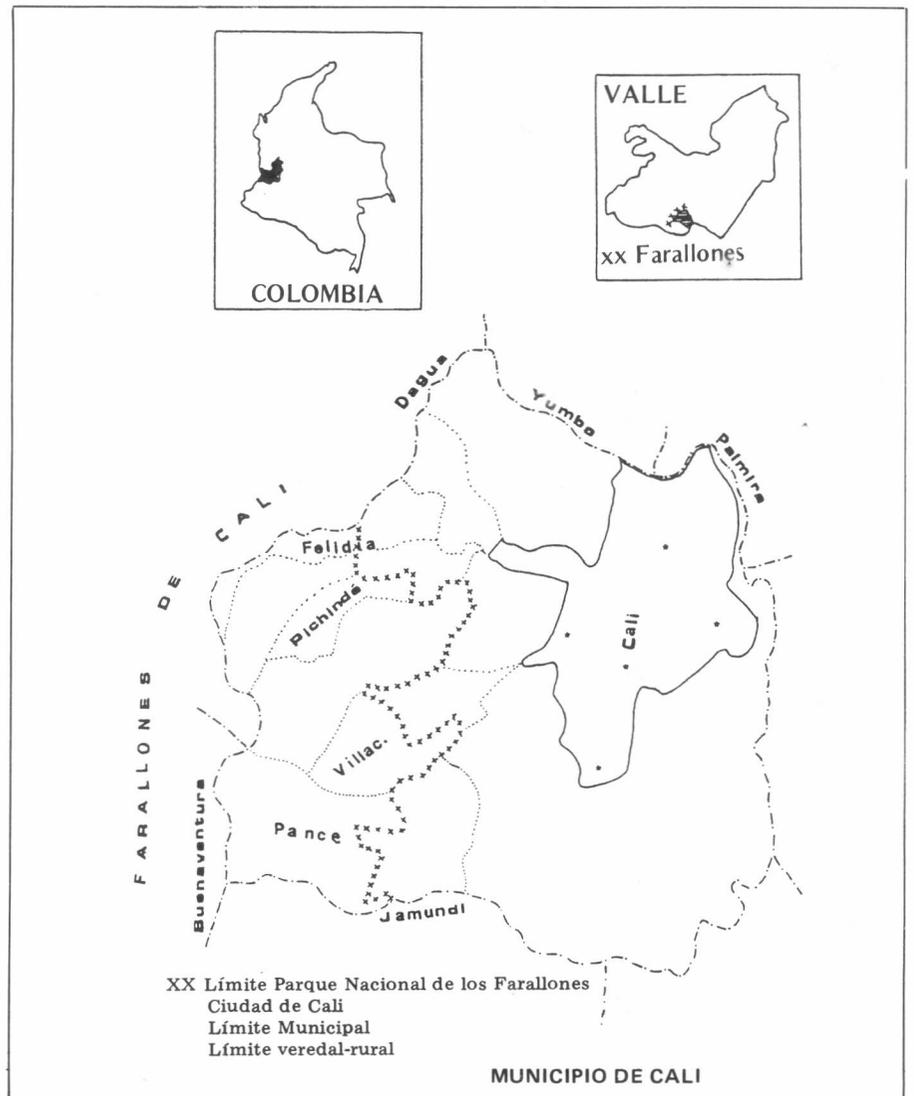


FIGURA 1. Ubicación de Farallones de Cali con respecto a Colombia, Departamento del Valle y Municipio de Cali.

pesar de no estar a la mayor altura sobre el nivel del mar; este resultado es explicable si se considera que el río posee un gran caudal unido a una fuerte velocidad de corriente, además nace en una de las zonas más abruptas, formando numerosas cascadas y turbulencia en su recorrido inicial, incrementando el valor de O.D. como consecuencia del aumento de la superficie de contacto entre la película aire-agua que facilita la solubilización del oxígeno, llegando a un valor de saturación de 102% (Figura 2).

La vertiente occidental conserva valores bastante uniformes con niveles igualmente altos, cuyos porcentajes de saturación fluctúan entre 100,6 y 90,7% y aunque las temperaturas del agua tiendan a ser más altas al acercarse al nivel del mar, los valores de O.D. no disminuyen ya que los ríos de esta vertiente además de no recibir ningún tipo de carga orgánica residual, provienen de bosques naturales, tienen un gran caudal y también presentan altas velocidades de corriente (Figura 2).

En épocas lluviosas, el aumento de caudal y la disminución de la temperatura de las corrientes contaminadas de las zonas bajas, tiende a incrementar los valores de O.D. En las zonas altas, exentas de carga orgánica, este hecho no tiene una incidencia significativa en la variación de este parámetro.

OTROS PARAMETROS

Los resultados de diferentes análisis demostraron que las aguas muestreadas son pobres en contenido mineral soluble, los valores de dureza fueron cercanos o iguales a cero, es decir, que el contenido de cationes como Ca y Mg es mínimo; en los lugares donde se presentó algún tipo de dureza, ésta fue exclusivamente de tipo carbonática (Tabla 3).

La turbiedad impide la penetración de luz para el desarrollo de formas de vida vegetal; si la turbiedad es alta los organismos bentónicos filtradores y raspadores se afectan en sus hábitos alimenticios debido a la interferencia de sedi-

mentos en suspensión. Como se anotó en materiales y métodos, se evitó muestrear sitios turbios y por consiguiente con sólidos en suspensión. Todos los sitios estudiados presentaron siempre aguas limpias y cristalinas.

RESULTADOS BIOECOLOGICOS

La cantidad, regularidad y sobre todo la calidad de las aguas determinan su uso en las diferentes actividades humanas. Por tanto, conocer el grado de calidad del agua, antes de utilizar el líquido, es un punto prioritario. Para evaluar la calidad de agua, en nuestro país se han utilizado todos los paráme-

tros fisicoquímicos conocidos; éste es un método altamente especializado, costoso y al alcance de unos pocos, considerándose efectivo pero poco práctico en términos económicos.

En Europa y Norte de América desde hace más de medio siglo, se investiga sobre la relación de la fauna bentónica y su medio natural, encontrándose gran cantidad de organismos altamente susceptibles al cambio en los estados de calidad de las aguas que habitan. Los insectos son los elementos más prácticos en dichos estudios porque son abundantes, fáciles de coleccionar, diversos, poco móviles y además porque la mayoría de las especies tienen

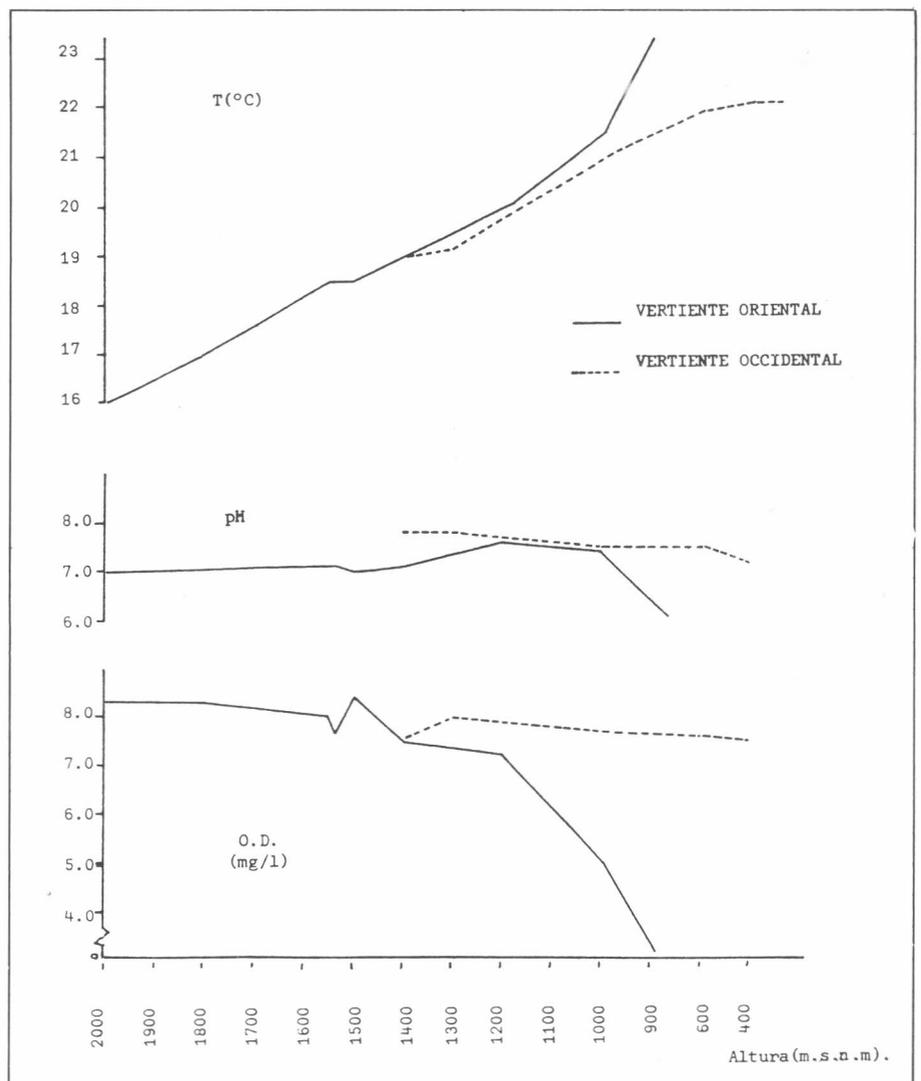


FIGURA 2. Variación de temperatura, pH y oxígeno disuelto en las corrientes muestreadas en farallones de Cali.

TABLA 4. Familias de Trichoptera colectadas en Farallones de Cali.

Familia y Géneros	Tipo de Corriente - Hábito alimenticio	Principal característica morfológica refugio y ubicación
Calamoceratidae <i>Phylloicus banyallarga</i>	Corrientes lénticas a semilóticas Herbívoro - Detritívoro	Labrum con hilera de setas gruesas distintivas. Refugios de fragmentos de hojas. Viven sobre la hojarasca y detritus de la corriente.
Glossosomatidae <i>Mortoniella</i>	Corrientes lólicas. Raspador herbívoro de perifiton (algas y diatomeas).	Placa protorácica completa; placa dorsal sobre noveno segmento abdominal. Refugios en forma de concha de tortuga de pequeñas piedrecillas. Viven sobre las rocas cerca al nivel del agua, generalmente en grupo.
Helicopsychidae <i>Helicopsyche</i>	Corrientes lólicas y semilóticas. Raspador herbívoro	Una de las propatas anales en forma de peine. Refugio en forma de concha de caracol de pequeños fragmentos de rocas y arena. Viven sobre los intersticios húmedos de las rocas cerca al nivel del agua.
Hydrobiosidae <i>Atopsyche</i>	Corrientes lólicas. Predador - Carnívoro	Propatas anales largas y delgadas. Patas anteriores con uña modificada como pinzas. Larvas de vida libre. Se ubican bajo las rocas o entre el detrito del fondo o donde haya mayor velocidad de corriente.
Hydropsychidae <i>Leptonema smicridea</i>	Corrientes lólicas. Herbívoro - Detritívoro Filtrador.	Elaboran refugios bajo piedras con seda y diferentes materiales del medio o aprovechan refugios naturales como troncos perforados. Bajo el agua en las rocas o detrito. Tres placas torácicas.
Hydroptilidae <i>Ochrotrichia Rhyacopsyche</i>	Corrientes lólicas. Herbívoro raspador de perifiton.	Diminutos. Refugios de seda y arena fina en forma de bolsitas. Sobre o bajo las rocas en la corriente.
Leptoceridae <i>Grumichella atanatolica</i> <i>Triplectides</i> .	Lóticas a semilóticas. Herbívoro masticador y minador; Raspador.	Antenas relativamente largas mesonoto suavemente esclerotizado con pequeños escleritos de forma curvada. Sobre rocas grandes sumergidas.
Philopotamidae <i>Chimarra wormaldia</i>	Vida libre - Lóticas. Construyen redes de seda para filtrar de la corriente.	Típico Labrum expandida lateralmente en forma de T bajo las rocas en el fondo de la corriente.
Polycentropodidae <i>Polycentropus</i>	Vida libre lólicas o redes en forma de trompeta o tubo. Carnívoro en parte.	Cabeza y protórax con punticos. Trocántin agudo y puntudo en el apex. En la hojarasca atrapada en la corriente.

ciclo de vida corto. Entre los órdenes que reúnen esta característica, se destacan Trichoptera, Plecoptera y Ephemeroptera; los dos primeros órdenes permiten una rápida identificación por sus hábitos de construcción de refugios. El estudio de indicadores biológicos de calidad es por tanto, un método obviamente más económico aunque evidentemente su uso implica un mejor conocimiento taxonómico.

En Farallones de Cali se colectaron

nueve familias, diez y seis géneros y por lo menos treinta y cinco especies de larvas de Trichoptera, cuyos géneros y familias se pueden reconocer detalladamente en el estudio realizado por Quintero y Rojas (16) y en forma general, según las características anotadas en la Tabla 4.

DIVERSIDAD, ABUNDANCIA Y DISTRIBUCION ALTITUDINAL DE LARVAS

Considerando que el número de espe-

cies de una comunidad está determinado por el número de nichos potenciales del ambiente, es fácil comprender la riqueza en la diversidad de Trichopteros que habitan ecosistemas lólicas. Los resultados sobre distribución y abundancia de trichopteros en cada una de las vertientes muestreadas, nos permite afirmar que estos parámetros dependen de factores que varían como función de la altura, tales como oxígeno disuelto, temperatura, pH y otros que están directamente relacionados con la calidad del agua.

En general la familia Glossosomatidae fue la más abundante (23,55%) seguida por Hydropsychidae (19,7%) y Leptoceridae (19,3%); en contraste, las familias Hydrobiosidae, Philopotamidae y Polycentropodidae son las menos abundantes (Tabla 5).

De las familias colectadas, Leptoceridae posee cuatro géneros, las demás sólo tienen uno o dos. Hydropsychidae, exhibe siete especies, seguida de Leptoceridae y Calamoceratidae con

cinco especies cada una; Helicopsychidae y Philopotamidae con cuatro especies, las restantes con tres o menos especies hasta llegar a Polycentropodidae con una sola especie, (Tabla 5).

TABLA 5. Abundancia por familias y diversidad genérica y específica de larvas de Trichoptera colectadas en Farallones de Cali.

Familia	% en Farallones	Género/familia	Especie/familia
Calamoceratidae	6,0	2	5
Glossosomatidae	23,5	1	3
Helicopsychidae	15,0	1	4
Hydrobiosidae	1,3	1	2
Hydropsychidae	19,7	2	7
Hydroptilidae	10,8	2	4
Leptoceridae	19,3	4	5
Philopotamidae	2,3	2	4
Polycentropodidae	2,1	1	1
TOTALES	100,0	16	35

Respecto a este punto es importante aclarar que el análisis de la diversidad, teniendo en cuenta solo los estados inmaduros, siempre estará por debajo de los valores reales, ya que para algunas familias es muy difícil, aún para los especialistas, separar especies y en unos pocos casos, géneros.

La vertiente oriental dividida en zonas, alta, media y baja, muestra como disminuye la diversidad a medida que se descende en altura; de ocho familias, diez géneros y trece especies en la zona alta, se llega a dos familias, dos géneros y dos especies en la zona baja (Tabla 6) y la prueba biológica de la contaminación gradual que sufre esta vertiente a partir de su zona media

TABLA 6. Composición, distribución y abundancia (%) de las larvas de Trichoptera en función de la altura, en la vertiente oriental de Farallones de Cali.

Familia	No. Ind.	% Zona	Género	No. Ind.	% Zona	Especie	No. Ind.	% Zona
ZONA ALTA: 2000 a 1600 msnm								
Calamoceratidae	5	1,1	<i>Phylloicus</i>	5	1,1	sp. 4	5	1,1
Glossosomatidae	18	4,1	<i>Mortoniella</i>	18	4,1	sp. 1	11	2,5
						sp. 3	7	1,6
Helicopsychidae	11	2,5	<i>Helicopsyche</i>	11	2,5	sp. 1	11	2,5
Hydropsychidae	42	9,5	<i>Leptonema</i>	28	6,3	sp. 1	28	6,3
			<i>Smicridea</i>	14	3,2	sp. 1	8	1,8
						sp. 2	6	1,4
Hydroptilidae	15	3,4	<i>Rhyacopsyche</i>	15	3,4	sp. 1	15	3,4
Leptoceridae	3	0,7	<i>Mystacides</i>	2	0,5	sp. 1	2	0,5
			<i>Triplectides</i>	1	0,2	sp. 1	1	0,2
Philopotamidae	19	4,3	<i>Chimarra</i>	19	4,3	sp. 1	14	3,2
Polycentropodidae	19	4,3	<i>Polycentropus</i>	19	4,3	sp. 1	19	4,3
ZONA MEDIA: 1580 a 1200 msnm								
Calamoceratidae	4	0,9	<i>Phylloicus</i>	4	0,9	sp. 1	4	0,9
Glossosomatidae	95	21,4	<i>Mortoniella</i>	95	21,4	sp. 1	95	21,4
Helicopsychidae	82	18,5	<i>Helicopsyche</i>	82	18,5	sp. 1	70	15,8
						sp. 2	12	2,7
Hydrobiosidae	5	1,1	<i>Atopsyche</i>	5	1,1	sp. 2	5	1,1
Hydropsychidae	42	9,5	<i>Leptonema</i>	40	9,0	sp. 3	40	9,0
			<i>Smicridea</i>	2	0,5	sp. 1	2	0,5
Hydroptilidae	50	11,3	<i>Rhyacopsyche</i>	50	11,3	sp. 2	50	11,3
Leptoceridae	19	4,3	<i>Grumichella</i>	19	4,3	sp. 1	19	4,3
ZONA BAJA: 1180 a 1000 msnm*								
Helicopsychidae	5	1,1	<i>Helicopsyche</i>	5	1,1	sp. 3	5	1,1
Hydropsychidae	10	2,3	<i>Leptonema</i>	10	2,3	sp. 3	10	2,3

* Antes de la entrada de los ríos a la ciudad de Cali.

indica que el orden desaparece completamente en las aguas que atraviesan la ciudad. En contraste la vertiente occidental tiene ocho familias, doce géneros y diez y siete especies en su zona media y cinco familias, ocho géneros y once especies en la parte baja (Tabla 7) aunque pueden haber muchas más, lo que prueba la limpieza de sus aguas.

La figura 3 muestra los porcentajes de individuos colectados por género y la altura en la que fueron colectados. Al comparar las dos vertientes se encontró lo siguiente:

Phylloicus. La zona alta y media de la vertiente oriental tiene un bajo porcentaje de este género, un mayor porcentaje se encuentra en la zona media de la occidental, lo que hace suponer que

su óptimo desarrollo ocurre en aguas muy limpias, no tan rápidas y algo cálidas; también se encuentra en la zona baja de esta vertiente donde está acompañado de **Banyallarga**, otro género de la familia Calamoceratidae, restringido a esta parte de los Farallones.

Mortoniella se encuentra en las zonas alta y media de la oriental y media a baja de la occidental, es el género con mayor porcentaje de individuos. Está muy bien adaptado a las condiciones de las zonas medias de ríos anchos, caudalosos, rápidos, limpios y no tan fríos. Es el género más abundante en toda el área de los Farallones.

Helicopsyche y **Leptonema** están ampliamente distribuidos a lo largo de

los Farallones. **Helicopsyche** tiene su máxima abundancia en las zonas medias de ambas vertientes, mientras que **Leptonema** tiene un patrón de abundancia similar en las partes altas y medias; para la parte baja se aprecia un porcentaje mayor de este género en la vertiente occidental. Encontrar estos géneros en la zona baja de la vertiente oriental permite suponer que no son tan exigentes en cuanto a calidad de agua, obviamente sin llegar a ser completamente contaminada.

Aunque **Smicridea** pertenece a la familia Hydropsychidae al igual que el género **Leptonema**, y esta familia comúnmente se asocia con aguas de regular calidad, se puede apreciar que el mayor porcentaje de **Smicridea** se encuentra en la zona alta de la vertiente

TABLA 7. Composición, distribución y abundancia (%) de las larvas de Trichoptera en función de la altura en la vertiente occidental de Farallones de Cali.

Familia	No. Ind.	% Zona	Género	No. Ind.	% Zona	Especie	No. Ind.	% Zona
ZONA MEDIA: 100 a 1600 msnm								
Calamocerátidae	61	8,8	<i>Phylloicus</i>	61	8,8	sp. 1	59	8,5
						sp. 2	2	0,3
Glossosomátidae	142	20,5	<i>Mortoniella</i>	142	20,5	sp. 1	100	14,5
						sp. 2	42	6,0
Helicopsychidae	46	6,6	<i>Helicopsyche</i>	46	6,6	sp. 4	46	6,6
Hydrobiosidae	11	1,6	<i>Atopsyche</i>	11	1,6	sp. 1	11	1,6
Hydropsychidae	55	7,9	<i>Leptonema</i>	51	7,4	sp. 1	3	0,4
						sp. 2	19	2,7
						sp. 3	29	4,2
			<i>Smicridea</i>	4	0,5	sp. 3	4	0,5
Hydroptilidae	48	6,9	<i>Ochrotrichia</i>	48	6,9	sp. 1	30	4,3
						sp. 2	18	2,6
Leptocéridae	123	17,7	<i>Tripletides</i>	3	0,4	sp. 1	3	0,4
			<i>Atanatolica</i>	60	8,7	sp. 1	60	8,7
			<i>Grumichella</i>	60	8,7	sp. 1	60	8,7
Philopotámidae	2	0,28	<i>Chimarra</i>	1	0,14	sp. 3	1	0,14
			<i>Wormaldia</i>	1	0,14	sp. 1	1	0,14
ZONA BAJA: 900 a 0 msnm								
Calamocerátidae	8	1,2	<i>Phylloicus</i>	7,0	1,0	sp. 3	7	1,0
			<i>Banyallarga</i>	1	0,1	sp. 1	1	0,1
Glossosomátidae	6	0,9	<i>Mortoniella</i>	6	0,9	sp. 1	6	0,9
Helicopsychidae	10	1,4	<i>Helicopsyche</i>	10	1,4	sp. 4	10	1,4
Hydropsychidae	71	10,2	<i>Leptonema</i>	70	10,1	sp. 1	6	0,9
						sp. 2	14	2,0
						sp. 3	50	7,2
			<i>Smicridea</i>	1	0,1	sp. 3	1	0,1
Leptocéridae	109	15,8	<i>Atanatolica</i>	33	4,8	sp. 1	6	0,9
						sp. 2	27	3,9
			<i>Grumichella</i>	76	11,0	sp. 1	76	11,0

oriental. En cantidades mínimas lo tienen la parte media de la misma vertiente y la parte media-baja de la vertiente occidental, lo cual indica que prefieren las aguas más frías y limpias.

Rhyacopsyche está restringido a la vertiente oriental, presenta su mayor abundancia en la zona media. **Ochrotrichia** un segundo género de Hydropsychidae, es típico en la vertiente occidental, localizándose sobre la zona media de aguas más cálidas pero limpias.

Todos los géneros de la familia Leptoceridae se encuentran en las zonas medias de ambas vertientes, allí se consiguen en mayor abundancia y máxima diversidad. Ellos, aunque requieren de gran calidad de aguas no prefieren temperaturas tan frías. Los géneros más abundantes son **Grumichella** y **Atanatólica**.

Chimarra se encuentra en la zona alta de la vertiente oriental y en la zona media de la occidental. Se consiguen, principalmente, en aguas de gran pureza y baja temperatura. **Wormaldia** un segundo género de Philopotamidae se encontró en mínima cantidad, en la zona media de la vertiente occidental.

Atopsyche se encontró en bajos porcentajes en las zonas medias de ambas vertientes. **Polycentropus** está restringido a la parte alta de la vertiente oriental.

INDICE BIOTICO (I.B.)

Dado que los organismos acuáticos son los primeros en sentir los efectos del agua contaminada, la valoración biológica de la misma resulta muy útil. Para interpretar estos datos se han desarrollado en los últimos veinte años varios tipos de índices, muchos de los cuales han resultado no aplicables y poco seguros, por ejemplo, el sistema sapróbico (que evalúa rata de descomposición orgánica) usado especialmente en Europa, tiene el gran inconveniente de involucrar análisis extensivos a nivel de especie, desde bacterias hasta peces.

El Índice Biótico propuesto por Hilsenhoff (7,8), utiliza solamente insectos amphipodos e isópodos por las ventajas mencionadas. Este autor afirma que el mejor valor de Índice Biótico se obtiene con el nivel específico y que cuando no se puede llegar a especie se puede trabajar a nivel de género pero nunca a nivel de familia, ya que los organismos acuáticos tienen tal especificidad por el nicho que ocupan, que la más ligera variación en el medio altera significativamente las poblaciones; por ejemplo, dos corrientes pueden ser enteramente diferentes en su composición faunal pero igualmente puras; es el caso de las partes altas de la vertiente oriental y media de la occidental (Figura 3), las cuales difieren en la composición y abundancia de Trichoptera, pero en términos generales, con excepción de la temperatura, sus condiciones de pureza son similares.

De igual forma, al analizar las cuatro especies de **Phylloicus** (Tablas 6 y 7) se observa lo siguiente: las especies uno y dos son típicas de la parte media de la vertiente occidental y la especie tres de la parte baja de la misma vertiente. La especie uno también se encuentra en la parte media de la vertiente oriental y la especie cuatro en su parte alta.

Como se puede observar, cada especie tiene condiciones y distribución muy particulares y al conocerlas y diferenciarlas el análisis de calidad es más exacto. Sin embargo, para efectos prácticos de uso, el nivel de género para el común de las personas está bien y es el aplicado aquí.

Hilsenhoff (7,8), en sus estudios de Índice Biótico para cientos de corrientes en Wisconsin, asigna el valor de tolerancia a la contaminación, a géneros y especies americanos, lo cual no es aplicable a nuestro medio, ya que ni la fauna ni las condiciones ecológicas neárticas se parecen a las tropicales. Por tal motivo, fue necesario asignar por primer vez, el valor de tolerancia para las larvas de Trichoptera, el cual debe estar comprendido en un rango

de (0) a cinco (5) y basado en las condiciones fisicoquímicas y observaciones de campo del sitio en el cual fueron colectadas. Un valor de cero se asigna a especies o géneros que se establecen únicamente en corrientes inalteradas de calidad muy alta, y un valor de cinco se asigna a especies que se encuentran en aguas muy contaminadas. Los valores intermedios corresponden a especies que se encuentran en aguas con grados intermedios de alteración. Los valores de tolerancia a la contaminación para géneros de Trichoptera colectados en Farallones de Cali se presentan en la Tabla 8.

TABLA 8. Valores de tolerancia a la contaminación para géneros de Trichoptera colectados en farallones de Cali.

Grupo Taxonómico	Valor de Tolerancia
Chimarra	0
Polycentropus	0
Wormaldia	0
Atanatólica	1
Atopsyche	1
Banyallarga	1
Grumichella	1
Mortoniella	1
Ochrotrichia	1
Rhyacopsyche	1
Phylloicus	1
Triplectides	1
Smicridea	2
Helicopsyche	2
Leptonema	3

En sus escritos Hilsenhoff (7) recomienda coleccionar aproximadamente 100 artrópodos entre insectos, amphipodos e isópodos en una área determinada y un tiempo no mayor de treinta minutos.

El número de individuos de cada género o especie, ya identificados, se multiplica por su valor de tolerancia, y la suma de esos productos se divide por el número de individuos de la muestra completa, dando como resultado el valor de Índice Biótico para la corriente de la cual se quiere saber su calidad.

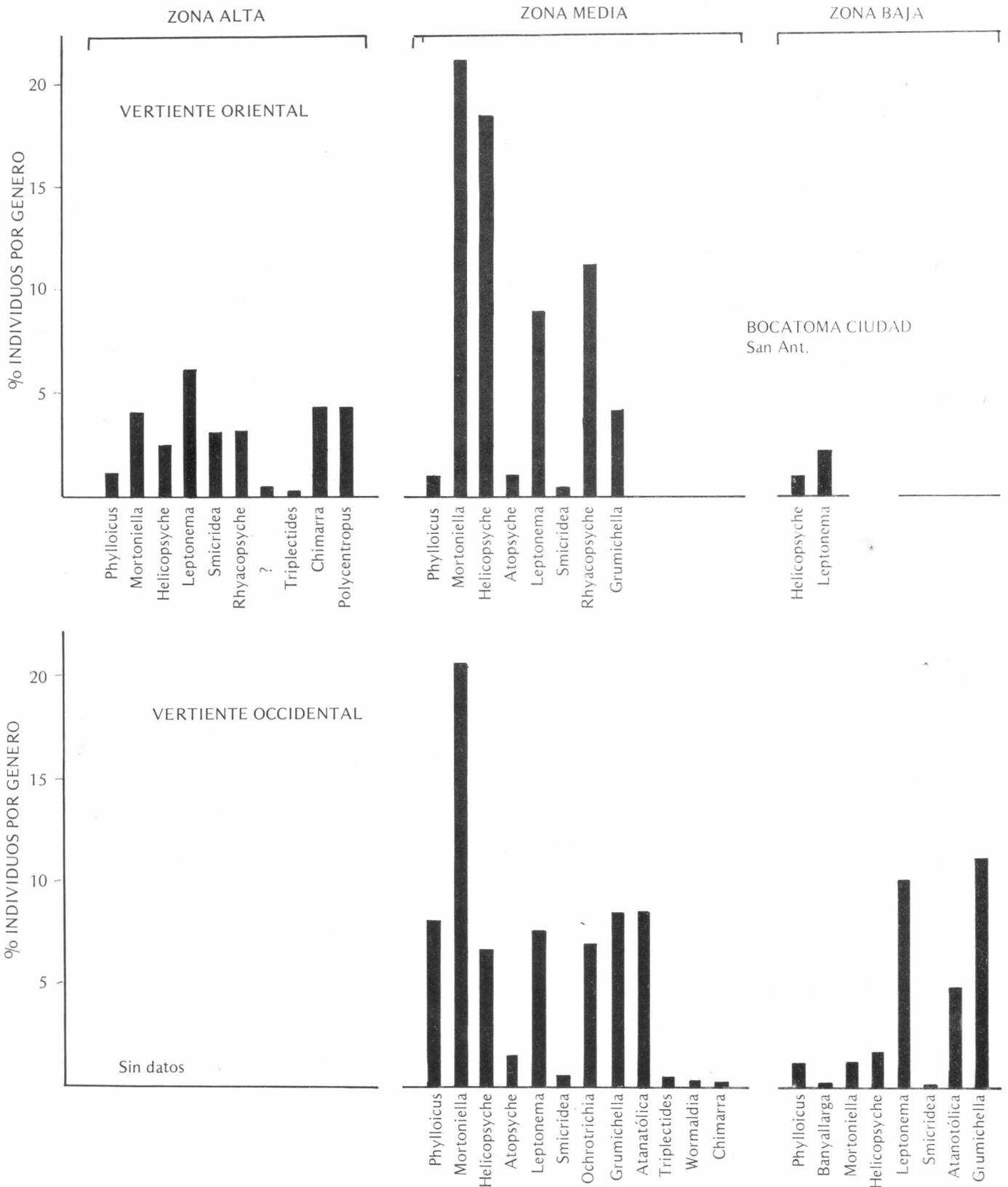


FIGURA 3. Porcentaje de individuos colectados por género en las zonas muestreadas de farallones.

Aplicar el I.B. en esta forma requiere necesariamente el conocimiento profundo de la fauna bentónica y es claro que los insectos acuáticos son tema de interés reciente para investigadores colombianos.

En este trabajo se propone aplicar el Índice Biótico solo con Trichoptera, ya que en el trópico son muy abundantes, diversos y tienen especímenes en varios tipos de aguas, mientras se perfecciona el conocimiento de los otros órdenes y se calculan sus valores de tolerancia. El Índice Biótico obtenido en este estudio, se considera una herramienta valiosa, no perfecta, pero sí bastante aceptable. Constituye además una invitación a los investigadores de nuestro país para profundizar el conocimiento de otros órdenes acuáticos, asignar sus valores de tolerancia y así generalizar el uso del I.B.

Considerando los valores de tolerancia a la contaminación para los géneros de Trichoptera calculados en Farallones (Tabla 8) y la interpretación de los resultados obtenidos al aplicar la fórmula de I.B. (Tabla 9), se hizo una clasificación preliminar de la calidad del agua de las corrientes muestreadas (Tabla 10).

Los ríos de las partes altas de la vertiente oriental y todos los de la occidental tienen Índices Bióticos comprendidos entre cero y 1,75 con calidad excelente a muy buena; las corrientes de la parte media de la vertiente oriental tienen un I.B. de 1,8 a 2,75 correspondiente a aguas buenas hasta regulares, situación que cubre hasta la bocatoma de la planta de tratamiento del río Cali. Después de este lugar el orden desaparece y es reemplazado por otros órdenes que incluyen géneros y especies conocidos como indicadores de contaminación severa, con lo cual el río Cali a su paso por la ciudad, en la desembocadura del río Cauca, presenta un I.B. entre 3, 5 y 5,0 (Tabla 10).

ECOLOGIA DE LOS TRICHOPTERA DE FARALLONES

Los individuos colectados en Farallones de Cali son bastante oxifílicos y

TABLA 9. Interpretación del valor del Índice Biótico en la evaluación de la calidad del agua.

Índice Biótico	Calidad del Agua	Grado de Contaminación
0,00 - 1,75	Excelente	Sin contaminación orgánica
1,76 - 2,25	Muy buena	Posible suave contaminación
2,26 - 2,75	Buena	Alguna contaminación de tipo orgánica
2,76 - 3,50	Regular	Contaminación significativa
3,51 - 4,25	Mala	Muy contaminada
4,26 - 5,00	Pésima	Cloaca

FUENTE: Use of arthropods to evaluate water quality of streams. 1977.

TABLA 10. Clasificación preliminar de los sitios muestreados en Farallones de Cali (1974 - 1976) al aplicar el Índice Biótico genérico para Trichoptera.

Río o Quebrada	Altura	Vertiente	Índice Biótico
	0 - 1,75	Excelente Calidad de agua	
Peñas Blancas	2000	Oriental	0,80
La Chorrera	1800	Oriental	0,95
Pance (alto)	1550	Oriental	1,50
Almorzadero	1400	Occidental	1,75
Dos Cascadas	1300	Occidental	1,50
Blanco	1000	Occidental	1,25
Danubio	600	Occidental	1,40
Bajo Anchicayá	430	Occidental	1,37
	1,76 - 2,75	Muy Buena a Buena Calidad	
Meléndez	1540	Oriental	2,00
Felidia	1500	Oriental	2,20
Pichindé	1400	Oriental	2,40
Cali	1200	Oriental	2,70
Meléndez	1000	Oriental	2,50
	2,76 - 3,50	Regular Calidad de Agua	
Meléndez	980		3,00
	3,51 - 5,00	Mala a Pésima	
Cali	1000 a	Desembocadura	*

* No hay Trichopteros

prefieren aguas con porcentajes sobresaturados, hasta un límite de 70 por ciento de saturación de oxígeno disuelto, aproximadamente. (Tabla 4).

Las especies estenotérmicas habitan corrientes con pequeñas fluctuaciones anuales en la temperatura. Los trópicos al tener ausencia de estaciones tienen temperaturas relativamente poco variables para un sitio en particular. Las temperaturas varían con la altura determinando la presencia o la ausencia de unas u otras especies; sin embargo, en términos generales las especies

encontradas pueden clasificarse como estenotérmicas.

La luz es un factor importante para larvas de Trichoptera, especialmente para aquellas que se alimentan del plancton y de algas; casi todas las especies colectadas se encontraron en áreas expuestas a la radiación, con excepción de *Phylloicus*, *Banyallarga*, *Triplectides* y *Chimarra* que prefieren secciones cubiertas de abundante vegetación.

Los valores altos de velocidad de co-

riente indican que los sitios muestreados poseen aguas bastante rápidas; Trichoptera presenta adaptaciones morfológicas y fisiológicas que le permiten vivir de preferencia sobre las rocas, el soporte más estable para resistir la fuerza de la corriente. Es claro que las rocas no reciben la misma velocidad sobre todas sus caras: la parte frente a la corriente la recibe con mayor intensidad, las caras laterales en forma más atenuada y la superficie posterior muy debilmente o no la recibe. Aprovechando estas circunstancias, las familias encontradas se ubicaron en el sitio que más les convenía. Por ejemplo, *Grumichella* se agrupa en grandes cantidades en los ríos Blanco y Danubio, en las caras laterales a posteriores de las rocas. *Helicopsyche* se concentra en la parte posterior dentro de las irregularidades de las rocas para mayor protección. Las pupas de *Lep-tonema*, *Smicridea*, *Chimarra*, *Atopsyche* y otras, se ubicaron en forma individual en la parte lateral o inferior (base) de las rocas sumergidas.

Las larvas no se encontraron a grandes profundidades debido precisamente a sus requerimientos de oxígeno, inclusive especies de *Mortoniella* y *Helicopsyche* se ubicaron unos centímetros por fuera del nivel del agua en las partes de las rocas que están siempre húmedas (pero no sumergidas) por el salpicar de la corriente. *Phylloicus* y *Triplectides* se desplazaron sobre el detrito que se acumula entre las rocas y los recodos. Algunos autores llaman hipopétrica a la fauna de estos biotopos húmedos.

En general las familias estudiadas en Farallones se encuentran a diferentes profundidades mostrando mayor preferencia por el rango de cero a cincuenta centímetros, lo cual es muy ventajoso en la evaluación biológica de calidad de agua.

En sitios visitados por lugareños los fines de semana, es común ver pequeñas "represas" que aumentan la profundidad del río. Se construyen con piedras, ramas, troncos y otros en donde se acumulan grandes cantidades de insectos acuáticos, entre ellos Trichoptera.

Las trampas de luz colocadas para colectar adultos indican que el orden tiene unas familias más fototrópicas que otras. *Hydropsychidae* es muy fototrópico y las trampas de luz negra y Malaise colocadas en el Bajo Anchicayá siempre atrajeron un buen número de ellos.

Leptoceridae es otra familia bastante fototrópica y es atraída con facilidad hacia los bombillos de luz colocados en los porches de las casas. Otras familias como *Philopotamidae* y *Calamoceratidae* son atraídas hacia la luz de las linternas siempre y cuando éstas se encuentren en la orilla del río.

El orden siempre ha estado asociado con el crepúsculo y la noche en cuanto a las actividades de los adultos, pero *Hydroptilidae* (*Ochrotrichia* (*Metrichia*)) se colectó a media mañana, volando a la luz del sol para poner huevos en el agua. *Chimarra* (*Curgia*) del cual se colectaron adultos en noviembre de 1985 en grandes cantidades sobre un arbusto en Topacio, también se observaron llevando a cabo actividades de cópula y postura en la mañana.

CONCLUSIONES

1. Los resultados de los principales parámetros fisicoquímicos y biológicos, permiten afirmar que las corrientes de Farallones en la vertiente occidental y de las zonas alta y media en la vertiente oriental tienen aguas de gran calidad.
2. La contaminación gradual de la cuenca del río Cali, ocasiona disminución en la diversidad y abundancia del orden Trichoptera hasta su desaparición total.
3. El diagnóstico de la calidad de un cuerpo de agua puede hacerse en forma precisa, rápida y económica utilizando indicadores biológicos como por ejemplo Trichoptera, cuya presencia indica buena calidad.

SUMMARY

The order Trichoptera is notable for the sensitivity of its larvae to the water

quality, its recognize value as fish food, and its typical larval habits of making cases and nets for shelter and food, respectively. Due to the ecological importance and the potential use as indicators of water quality of the caddisflies, the purpose of this work was to study the distribution and bioecology of adults and larvae along rivers and streams of the Farallones de Cali. Collection of larvae and adults was carried out from lentic and lotic streams from 980 to 2000 m of altitude during 1984 until 1986. Different physicochemical parameters as Ph, dissolve oxygen, CO² temperature, etc. were measured to know the state of the water at the moment of collection. Adults were obtained in laboratory conditions to know the taxonomy of the group in a better way, and to relate the immature forms with their respective adults. The observations established a direct relation between the families and genera found with specific conditions of water quality. More over, it was found that the Trichoptera of the Farallones de Cali are grouped in 18 families, 17 genera and at least 36 species living in rivers and streams of very clear and well oxygenated waters that originated in natural forests. *Glossosomatidae* and *Hydropsychidae* presented the highest percentage of collected specimens. Also, it was found that the population of caddisflies decreases vertically as the water contamination increases. *Hydropsychidae* presented uniform distribution through the study area.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Apha, Awwa. 1980. Standard methods for the examination of water and waste water. Fifteenth Edition Washington Ed. Interamericana S.A. s.p.
2. Correa, M.; Machado, T.; Roldan, G. 1981. Taxonomía y ecología del orden trichoptera en el departamento de Antioquia en diferentes pisos altitudinales. *Actualidades Biológicas* 10:35-48.
3. Corporación Autónoma Regional del Cauca. 1967. Aspectos generales y particulares sobre la cuenca del río Pichindecito. Cali, s.e. 34 p.
4. Corporación Autónoma Regional del Cauca. 1974. Plan de ordenación y desarrollo de la cuenca superior del río Cali, Cali, s.e. 133 p. (Informe 74-1).

5. Corporación Autónoma Regional del Cauca. División de Recursos Naturales. 1979. Plan de ordenación y desarrollo del proyecto Meléndez-Pance. Cali, s.e.
6. Gaviria, S.; Rodríguez, C. 1982. Estudio de la calidad del agua del río Bogotá aguas arriba de Tibitó. Bogotá, Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. 38 p.
7. Hilsenhoff, W.L. 1977. Use of arthropods to evaluate water quality of streams. Wisconsin, Madison, Department of Natural Resources. p. 1-15 (Tech. Bull. no. 100).
8. Hilsenhoff, W.L. 1982. Using a biotic index to evaluate water quality in streams. Wisconsin, Madison, Department of Natural Resources. p. 1-22 (Tech. Bull. no. 132).
9. Lehmkuhl, D. 1979. How to know the aquatic insects; the pictured key nature series. Dubuque, Iowa, W.M.C. Brown Company Publishers. 168 p.
10. Needham, J.G.; Needham, P.R. 1978. Guía para el estudio de los seres vivos de las aguas dulces: Traducción adaptada para España y América. Ed. Reverté, S.A. España 131 p.
11. Richards, O.W.; Davies, R.G. 1977. IMM'S general textbook of Entomology V.2 Tenth Ed. Chapman and Hall. London. Trichoptera: pp. 1162-1174.
12. Roldán, G. 1985. Contribución al conocimiento de las ninfas de los Ephemeropteros (Clase: Insecto y Orden: Ephemeroptera) en el Departamento de Antioquia, Colombia. Actualidades Biológicas 14:3-13.
13. Roldán, G. 1980. Estudios limnológicos de cuatro ecosistemas neotropicales diferentes con especial referencia a su fauna de Ephemeropteros. Actualidades Biológicas 9:103-117.
14. Roldán, G.; Builes, J.; Trujillo, C.M.; Suárez, M. 1973. Efectos de la contaminación industrial y doméstica sobre la fauna bética del río Medellín. Actualidades Biológicas 2:54-64.
15. Ross, H.H. 1967. The evolution and past dispersal of the Trichoptera. Ann. Rev. Entomol. 12:169-206.
16. Quintero, A.; Rojas, A.M. 1986. Contribución al estudio de insectos de aguas corrientes en ríos y quebradas de Farallones de Cali (O. Trichoptera) Tesis. Universidad del Valle, Cali.
17. Zúñiga de Cardoso, M.C. 1984. Evaluación de cuerpos de agua mediante el uso de indicadores biológicos de calidad. Departamento Proc. Quim y Biol. Sección Saneamiento Ambiental. Universidad del Valle. Cali, 109 p.