
EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO CÚPIRA (LA CUMACA, ESTADO CARABOBO, VENEZUELA) MEDIANTE BIOINDICADORES MICROBIOLÓGICOS Y PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS

VINCENZO STORACI KOSCHELOW, RAFAEL FERNÁNDEZ DA SILVA
y GUNTA SMITS BRIEDIS

RESUMEN

La gestión adecuada de los recursos hídricos determina una respuesta a las diversas intervenciones antropogénicas, permitiendo la implementación de métodos factibles de diagnóstico de las fuentes de agua. Para ello se usan los bioindicadores, organismos que pueden indicar los efectos de las modificaciones ambientales. Los hifomicetos acuáticos son indicadores de calidad del agua, variando su presencia en función del grado de afectación ambiental. El objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad del agua en zonas con y sin afectación ambiental del Río Cúpira (La Cumaca, Estado Carabobo, Venezuela) mediante el uso de bioindicadores microbiológicos y parámetros fisicoquímicos. Se estudió el río semanalmente durante un año (marzo 2008 a febrero 2009) en tres zonas: cabecera (sin afectación), intermedia (uso recreacional) y zona afectada significativamente (cerca de una cantera y pastizales de ganado vacuno), donde se determinaron parámetros físico-químicos (oxígeno

disuelto, conductividad, pH, temperatura y sólidos totales), nutrientes, coliformes totales, coliformes fecales e hifomicetos acuáticos (número de especies y conidios/ml). En comparación con la zona sin afectación, en la zona de afectación incrementaron los sólidos totales, coliformes totales y coliformes fecales, disminuyendo el número de especies y la frecuencia de conidios de hifomicetos acuáticos. La especie de mayor frecuencia que caracterizó a la comunidad de hifomicetos acuáticos del Río Cúpira fue *Flabellospora crassa*, aunque otras especies también mostraron valores elevados de frecuencia: *Flagellospora curvula*, *Clavatospora tentacula*, *Campylospora sp.*, *Helicomycetes torquatus*, *Alatospora acuminata*, *Anguillospora crassa*, *Brachiosphaera tropicalis*, *Camposporium pellucidum*, *Phalangispora constricta*, *Phalangispora nawawii*, *Flabellospora verticillata* y *Campylospora chaetoclada*.

 El agua es esencial para la vida y es utilizada para satisfacer las necesidades fundamentales de subsistencia de los seres vivos, así como para la producción y preparación de alimentos, para la limpieza personal y doméstica, para la recreación, para la generación eléctrica y para la industria. Todas las actividades sociales y económicas dependen del suministro y calidad del agua dulce, lo que requiere, a su vez,

una prudente conservación y una gestión sostenible del recurso (Campos, 2000; Colin, 2001).

Siendo el agua un elemento indispensable, su calidad es un requisito muy importante para el uso designado. Por tanto es necesario conocer la calidad del agua antes de asignar el uso y definir el uso actual o probable antes de hablar de la calidad (Guevara y Cartaya, 2004). La contaminación de las aguas está relacionada con

diversas actividades, destacándose las agrícolas y las ganaderas, ya que provocan la contaminación por medio de la escorrentía, que fluye por la superficie del suelo arrastrando y disolviendo las sustancias que han ido depositadas sobre el suelo. Los fertilizantes, productos fitosanitarios, además de la materia orgánica y otras sustancias tóxicas producidas por actividades ganaderas y por determinadas actividades industriales, son los principales compuestos

PALABRAS CLAVE / Afectación Ambiental / Hifomicetos Acuáticos / Intervención Antropogénica /

Recibido: 24/08/2012. Modificado: 22/07/2013. Aceptado: 25/07/2013

Vincenzo Storaci Koschelov. Químico y M.Sc. en Ingeniería Ambiental, Universidad de Carabobo (UC), Venezuela. Asistente de Laboratorio-Investigador, UC, Venezuela. Dirección: Unidad de Biotecnología Aplicada (UBA), Departamento de Biología, Facultad Experimental de Ciencias y Tecnología (Facyt), UC, Valencia, Venezuela. e-mail: vstoraci@uc.edu.ve

Rafael Fernández Da Silva. Biólogo y Doctor en Ciencias Biológicas, Universidad Central de Venezuela (UCV). Profesor-Investigador, UC, Venezuela. Venezuela. e-mail: rfernandez2@uc.edu.ve

Gunta Smits Briedis. Bióloga, UCV, Venezuela. M.Sc. en Fitopatología, Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado, Venezuela. Docente-Investigadora, UCV, Venezuela. e-mail: gunta.smits@ciens.ucv.ve

contaminantes por escorrentía (Bautista, 2003).

Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos estandarizados para la calidad del agua determinan el tipo y su potencial uso. No obstante, hoy en día se plantean índices biológicos que fundamental y esencialmente mejoran, complementan y sustentan los parámetros de calidad dulceacuícola. Se ha propuesto el uso de bioindicadores como una herramienta complementaria para conocer la calidad del agua, sin que se plantee el reemplazo de la metodología tradicional de análisis fisicoquímico y microbiológico. Su aplicación sólo requiere de la identificación y cuantificación de los organismos, basándose en índices de diversidad ajustados a intervalos que califican la calidad del agua. En Japón las dependencias encargadas del monitoreo del agua ya cuentan con guías ilustradas de los organismos (tales como bacterias, hongos, insectos, anfibios y peces) que se pueden encontrar en algunos ríos, incluyendo información sobre la tolerancia o susceptibilidad que presentan a cierto tipo de contaminante (metales pesados, dioxinas, entre otros), de tal manera que cada una de ellas proyecta información sobre el estado del medio acuático. Un organismo se considera como bioindicador siempre y cuando se conozca su grado de tolerancia, ya que no todos pueden dar información debido a sus hábitos alimentarios o a su ciclo de vida. También es importante considerar la abundancia con que se les encuentra y la época del año (Vásquez *et al.*, 2006).

Los hifomicetos acuáticos son bioindicadores de calidad del agua. Representan un grupo de hongos imperfectos microscópicos que producen conidios tetrarradiados o en forma de estrellas, y otras formas sigmoides, fusiformes y esféricas, que les facilita la suspensión en el medio (Bärlocher, 2000). Estos hongos habitan principalmente en las corrientes de agua clara y limpias bien aireadas y con moderada turbulencia (Ingold, 1975) y son considerados como los principales degradadores de la materia orgánica particulada sumergida en los ríos, tal como hojas, ramas, frutos y semillas, debido a que presentan adaptaciones morfológicas y enzimáticas para vivir en aguas corrientes. De esta manera, estos microorganismos fúngicos facilitan el ciclaje de nutrientes y suministro de energía al primer nivel trófico del sistema lótico, los invertebrados detritívoros (Shoenlein-Crusius y Grandi, 2003). La presencia de bacterias coliformes es el mejor indicador de contaminación fecal por descarga reciente

de desechos, y a largo plazo sirven para el monitoreo de la efectividad de programas de control. Su uso es ventajoso, ya que el muestreo se desarrolla mediante una metodología bien establecida, pudiendo dar una respuesta rápida a cambios ambientales tales como la contaminación basada en descargas domésticas (Vásquez *et al.*, 2006).

El presente estudio consistió en la evaluación de la calidad del agua en el Río Cúpira, Venezuela, mediante la determinación de hifomicetos acuáticos, y su relación con los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en el Río Cúpira, en el sector localizado dentro de los linderos de la Hacienda 'La Cumaca' (Municipio San Diego, Estado Carabobo, Venezuela), perteneciente a la cuenca del Lago de Valencia. Se tomaron muestras en tres zonas del río, de acuerdo a la afectación ambiental de las mismas. Una zona (1), en la cabecera del río (10°18'46"N y 67°55'60"O, 646msnm), considerada zona sin afectación, y dos zonas (2 y 3) con afectación, la zona 2, intermedia (10°17'22"N y 67°57'11"O, 496msnm), destinada al uso recreacional y fuente de bebida de agua para el ganado de la Hacienda La Cumaca, y la zona 3 cercana a una cantera y de paso de ganado vacuno a los pastizales (10°16'44"N y 67°56'36"O, 483msnm). El Río Cúpira presenta en sus riberas una vegetación de tipo galería decidua (Huber y Alarcón, 1988). Los sectores del río estudiados son tramos de secuencias escalonadas (*step-pool*), con cantos rodados, rocas de mediano tamaño, acompañado de arena y arcilla.

Los hifomicetos se obtuvieron de muestras de espuma recolectadas al azar en el agua del río, con frecuencia semanal durante un año (marzo 2008 a febrero 2009), determinándose el número de especies y su presencia a lo largo de todo el período. Se utilizó una espátula cóncava esterilizada para recoger la espuma que luego fue colocada en envases de vidrio estériles. Se fijaron con una solución al 1% de fucsina en lactofenol y en el laboratorio fueron examinadas al microscopio de luz. Para la identificación de conidios se usó un aumento de 400×, y se empleó principalmente la clave taxonómica para hifomicetos del Neotrópico de Santos-Flores y Betancourt-López (1997).

Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos fueron de-

terminados para evaluar la calidad del agua. Para la captación de las muestras de agua del río se tomó en cuenta la Norma Venezolana COVENIN 2709:2002 (Covenin, 2002) y para analizar los límites permitidos se realizó de acuerdo a las Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de los Cuerpos de Agua y Vertidos o Efluentes Líquidos (Norma, 2003). Las mediciones de temperatura, conductividad, pH y oxígeno disuelto fueron realizadas *in situ*, mediante dos dispositivos multifuncionales marca Oakton. La cuantificación de nutrientes (fosfato, nitrato, nitrito y sulfato), fue realizada a partir de 1000ml de agua del río (tomados en envases plásticos limpios), tomando en consideración las curvas de calibración obtenidas a partir de soluciones patrones, utilizando un espectrofotómetro UV marca Thermo. Se utilizaron los métodos de APHA, AWWA, WEF (2005).

De igual manera fue cuantificado el número de unidades formadoras de colonias (UFC) del grupo de coliformes totales y coliformes fecales, siguiendo las Normas COVENIN 2409-86 (Covenin, 1986) y 1086-84 (Covenin, 1984). Para ello semanalmente se tomaron 100ml de agua del río y se almacenaron en recipientes de vidrio esterilizados. Las muestras de agua fueron trasladadas en cavas al laboratorio y conservadas a 4°C. En el laboratorio, se realizaron siembras (por triplicado) incorporando 0,05ml de la muestra de agua del río en placas con agar MacConkey, y se incubaron a 37°C (coliformes totales) y a 44°C (coliformes fecales), cuantificándose las UFC a las 24h (APHA, AWWA, WEF, 2005).

Los datos obtenidos fueron procesados mediante los programas estadísticos: Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) 18 y el Past 2.17, realizando un análisis de componentes principales (ACP).

Resultados y Discusión

Durante el año de estudio, el ancho promedio del cauce del río fue diferente en las tres zonas evaluadas, siendo menores en la zona 1 y 2 con 3,70 y 3,90m respectivamente, a diferencia de la zona 3 donde fue de 5,00m; la velocidad promedio de la corriente oscilaba entre 6,00 y 6,90cm·s⁻¹, la profundidad promedio de 29,0 a 31,2m y la descarga promedio entre 4,4 y 5,3cm³·s⁻¹. Asimismo, el agua se mantuvo bien oxigenada, poco mineralizada, con un pH promedio cercano a la neutralidad. En cuanto a las caracterís-

VALORES MÍNIMOS, MÁXIMOS Y PROMEDIOS DURANTE EL AÑO DE MUESTREO, DE LAS VARIABLES MORFOMÉTRICAS Y FÍSICOQUÍMICAS QUE CARACTERIZAN LAS TRES ZONAS ESTUDIADAS DEL RÍO CÚPIRA

Variables	Zona 1			Zona 2			Zona 3		
	Min	Max	Prom	Min	Max	Prom	Min	Max	Prom
Ancho del río (m)	3,60	3,80	3,70	3,60	4,20	3,90	4,90	5,10	5,00
Profundidad del río (cm)	28,00	30,00	29,00	29,20	31,40	30,30	30,00	32,40	31,20
Velocidad de la corriente (cm/s)	5,90	6,10	6,00	6,00	6,40	6,20	6,45	7,35	6,90
Descarga (cm ³ /s)	4,10	4,70	4,40	4,70	5,10	4,90	5,10	5,50	5,30
Temperatura (°C)	20,00	23,50	21,50	20,50	23,50	22,10	21,00	24,00	22,60
pH	6,27	7,79	6,92	6,43	8,08	6,99	6,03	8,00	6,87
Conductividad (µS/cm)	51,00	65,00	56,12	46,00	65,00	55,73	51,00	65,00	56,87
Oxígeno disuelto (mg/L)	6,62	9,07	7,78	6,48	8,83	7,66	6,58	8,96	7,45

Zonal: cabecera (sin afectación); Zona 2: área recreacional y fuente de bebida para ganado (con afectación); Zona 3: área cercana a cantera y pastizales de ganado vacuno (con afectación). Min: mínimo; Max: máximo; Prom: Promedio.

PROMEDIO MENSUAL DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS EN LA ZONA 1 DEL RÍO CÚPIRA

Parámetros	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb
Oxígeno disuelto (mg·l ⁻¹)	6,89	6,62	8,67	7,18	7,30	7,46	8,25	7,81	8,15	8,28	9,07	7,71
pH	6,84	7,23	7,79	7,00	6,27	6,65	6,63	6,76	7,05	6,99	6,92	6,89
Conductividad (µS·cm ⁻¹)	51	63	65	62	58	56	54	52,2	51	52,6	54,8	54,2
Temperatura del agua (°C)	21,0	22,3	23,5	22,0	21,5	21,8	22,1	21,8	21	20	20	20,9
Coliformes totales (UFC/100ml)	253	355	304	42	237	68	49	0	93,5	20	120	60
Coliformes fecales (UFC/100ml)	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sólidos totales (mg·l ⁻¹)	8	57	170	11	50	97	119	28	6	8	56	66
Sulfato (mg·l ⁻¹)	0,38	0,38	5,64	0,26	1,03	1,79	3,21	0,21	0,51	0,32	0,58	0,51
Fosfato (mg·l ⁻¹)	0,78	0,99	0,00	0,00	0,56	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13
Nitrito (mg·l ⁻¹)	0,0000	0,0007	0,0021	0,0008	0,0033	0,0013	0,0016	0,0012	0,0000	0,0006	0,0000	0,0007
Nitrato (mg·l ⁻¹)	4,37	4,64	5,19	3,88	7,70	4,32	6,19	6,09	6,65	5,84	5,67	5,02

PROMEDIO MENSUAL DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS EN LA ZONA 2 DEL RÍO CÚPIRA

Parámetros	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb
Oxígeno disuelto (mg·l ⁻¹)	7,42	6,48	8,83	6,85	7,32	7,20	7,81	7,37	8,15	8,28	8,76	7,51
pH	7,63	7,51	8,08	7,25	6,14	6,43	6,44	6,64	7,31	6,99	6,90	6,61
Conductividad (µS·cm ⁻¹)	46	61	65	63	58	55	55	53	52	53	53	54
Temperatura del agua (°C)	23,0	23,3	23,5	22,3	21,5	22,0	22,4	22,1	21,5	20,5	20,8	21,7
Coliformes totales (UFC/100ml)	433	887	517	802	820	497	356	7	200	110	700	550
Coliformes fecales (UFC/100ml)	0	0	80	4	0	13	0	0	20	0	20	10
Sólidos totales (mg·l ⁻¹)	56	100	260	32	358	114	144	53	64	42	86	104
Sulfato (mg·l ⁻¹)	0,38	0,47	11,54	0,34	0,90	1,67	2,35	3,55	0,64	0,64	0,64	0,51
Fosfato (mg·l ⁻¹)	0,78	1,73	0,13	0,00	0,13	0,20	0,07	0,07	0,00	0,00	0,00	0,13
Nitrito (mg·l ⁻¹)	0,0014	0,0004	0,0016	0,0015	0,0007	0,0018	0,0016	0,0015	0,0011	0,0000	0,0011	0,0014
Nitrato (mg·l ⁻¹)	4,15	4,13	5,06	4,13	6,80	4,51	5,99	6,30	6,12	5,69	6,00	5,32

PROMEDIO MENSUAL DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS EN LA ZONA 3 DEL RÍO CÚPIRA

Parámetros	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb
Oxígeno disuelto (mg·l ⁻¹)	7,46	6,58	8,96	6,77	6,83	6,92	7,15	6,96	8,15	8,16	8,05	7,50
pH	7,10	7,43	8,00	7,20	6,42	6,38	6,03	6,20	7,30	6,95	6,84	6,60
Conductividad (µS·cm ⁻¹)	51	62	65	63	58	59	57	54	53	54	53	54
Temperatura del agua (°C)	24,0	24,0	24,0	23,0	23,0	22,6	22,7	22,4	22,0	21,0	21,0	21,9
Coliformes totales (UFC/100ml)	2053	2035	950	4111	1763	1257	1120	27	470	410	1970	1037
Coliformes fecales (UFC/100ml)	0	0	100	0	14	30	0	0	30	0	50	50
Sólidos totales (mg·l ⁻¹)	68	199	348	76	336	237	128	67	172	114	152	162
Sulfato (mg·l ⁻¹)	0,64	0,38	5,13	0,73	1,03	1,79	2,01	3,89	0,51	1,15	1,03	0,90
Fosfato (mg·l ⁻¹)	0,83	0,73	0,13	0,00	0,00	0,16	0,07	0,07	0,00	0,10	0,00	0,13
Nitrito (mg·l ⁻¹)	0,0000	0,0010	0,0014	0,0019	0,0011	0,0017	0,0027	0,0007	0,0016	0,0006	0,0016	0,0022
Nitrato (mg·l ⁻¹)	3,96	3,87	5,56	4,64	6,38	4,42	5,86	6,21	6,95	6,19	6,34	6,52

tas fisicoquímicas de las zonas del cuerpo de agua evaluado (Tabla I) se tiene: temperatura promedio anual entre 21,5 y 22,6°C, conductividad de 51,00 a 56,87µS·cm⁻¹, pH de 6,87-6,99 (levemente ácido) y oxígeno disuelto de 7,45 a 7,78mg·l⁻¹.

Al describir mensualmente por un año, los promedios de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos encontrados por zona (Tablas II, III y IV), en función de las normas para la clasificación y el control de la calidad de los

TABLA V
REGISTRO DE ESPECIES DE HIFOMICETOS ACUÁTICOS EN FUNCIÓN
DE LA ZONA DE ESTUDIO EN EL RÍO CÚPIRA

Especies de hifomicetos acuáticos	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb
<i>Alatospora acuminata</i> Ingold	■	■	■	▲		■▲	■▲	■▲	■▲	■▲*	■▲	
<i>Anguillospora crassa</i> Ingold		■	▲	■▲	■▲	■▲	■▲	■▲	■▲	■▲	■▲	■▲
<i>Anguillospora filiformis</i> Greath			■									■
<i>Anguillospora gigantea</i> Ranzoni	■▲	■▲										
<i>Anguillospora longissima</i> (Sacc.&Sydow) Ingold	▲	■	■▲									
<i>Brachiosphaera tropicalis</i> Nawawi		▲		▲	*	■▲	■▲*	■▲	■▲	■▲	■▲	■▲
<i>Camposporium antennatum</i> Harkn												■
<i>Camposporium pellucidum</i> (Grove) S. Hughes	■	■▲*	■	■		■▲	■▲	■▲		■	■▲	■▲
<i>Campylospora chaetoclada</i> Ranzoni	▲	■▲	■	■	■		■					■
<i>Campylospora filicladia</i> Nawawi	▲	▲	▲	▲								
<i>Campylospora</i> sp.	■▲	■▲	■▲	■▲	■	■▲*	■▲	■▲	■▲	■	■▲	■▲
<i>Clavariopsis aquatica</i> De Wild		■										
<i>Clavatospora tentacula</i> (Umphlett) Nilsson	▲	■▲	▲	■▲*	■▲*	■▲*	■▲*	■▲*	■▲	■▲*	■▲	■▲
<i>Condylospora spumigena</i> Nawawi								■				
<i>Dactylella submersa</i> (Ingold) Sv. Nilsson												■
<i>Diplocladiella longibrachiata</i> Nawawi & Kuthu												■
<i>Diplocladiella scalaroides</i> Arnaud ex M.B.Ellis				*	■							
<i>Diplocladiella</i> sp.							▲	▲				■
<i>Flabellocladia tetracladia</i> Nawawi	■							■				
<i>Flabellospora acuminata</i> Descals & Webster	■			■*			■	■			■	■
<i>Flabellospora crassa</i> Alasoadura	▲*	■▲*	■▲	■▲*	■▲*	■▲	■▲*	■▲	■▲	■▲*	■▲*	■▲
<i>Flabellospora verticillata</i> Alas.		■	■▲	■	■	■	■	■	■		■▲	■▲
<i>Flagellospora curvula</i> Ingold		■	■▲	■▲*	■▲*	■▲*	■▲*	■▲*	■▲	■▲*	■▲*	■▲*
<i>Flagellospora penicillioides</i> Ingold			■									
<i>Helicoma</i> sp.	▲		▲									
<i>Helicomyces colligatus</i> Moore			▲			■						
<i>Helicomyces</i> spp.			▲									
<i>Helicomyces torquatus</i> Lane & Shearer	▲	▲	▲	■▲*	■	■▲	■▲	■▲	■▲	■▲	■▲	■▲
<i>Heliscus submersus</i> Hudson	▲	■						■▲	■▲		■▲	■▲
<i>Istbmotricladia gombakiensis</i> Nawawi			■▲			■▲						
<i>Jaculispora submersa</i> Hudson & Ingold		■		■*			■					■
<i>Lumulospora cymbiformis</i> K. Miura		■						■				
<i>Phalangispora constricta</i> Nawawi & Webster		■▲		■▲		■▲	■	■▲	■	■▲	■▲	■▲
<i>Phalangispora nawawi</i> Kuthub	■	▲	■▲	■▲	■	■▲	■			■		■
<i>Scorpiosporium angulatum</i> (Ingold) S.H.Iqbal		■					■	■	■			
<i>Scorpiosporium</i> sp.	■▲	▲									■	■▲
<i>Scutisporus brunneus</i> Ando & Tubaki	■											
<i>Speiropsis pedatospora</i> Tubaki			■		■							
<i>Subulispora procurvata</i> Tubaki		▲										
<i>Tetrachaetum elegans</i> Ingold						■	■		■	■	■	
<i>Tetracladium setigerum</i> (Grove) Ingold		▲										■
<i>Tetracladium marchalianum</i> De Wildeman												
<i>Trinacrium</i> sp.											■	
<i>Triscelophorus acuminatus</i> Nawawi		■	■	■▲	■			■▲				
<i>Triscelophorus monosporus</i> Ingold	■▲						■					■
<i>Triscelophorus magnificus</i> Peterson												■
<i>Tripospermum porosporiferum</i> Matsushima											■	
Total de especies/mes Zona 1 (■)	10	18	14	15	12	15	18	18	13	15	17	23
Total de especies/mes Zona 2 (▲)	12	14	14	12	4	12	10	13	9	8	12	13
Total de especies/mes Zona 3 (*)	1	2	0	7	3	3	3	2	0	4	2	2

cuerpos de agua y vertidos o efluentes líquidos (Norma, 2003), se tiene que los valores de temperatura obtenidos se encuentran en el intervalo de 20-

23,5°C para la zona 1, para la zona 2 estuvo entre 20,5 y 23,5°C y para la zona 3 entre 21,0 y 24,0°C, fundamentado por el hecho que en la zona de

estudio del río presenta una abundante vegetación ribereña, lo cual resulta en una menor incidencia de rayos solares; no obstante, los valores de temperatura se encuentran en los óptimos para el desarrollo de la vida acuática en general, donde la misma no debe superar los 29°C. Por otra parte, el pH mostró poca variación en las tres zonas evaluadas, encontrándose dentro del intervalo normativo (6,0-8,5), indicando que las aguas del río presentan un pH cercano a la neutralidad, favoreciendo así muchos sistemas biológicos. En la conductividad se presentaron valores muy bajos y con poco cambio, de 51-65µS·cm⁻¹ en las zonas 1 y 3, y de 46-65µS·cm⁻¹ en la zona 2, siendo normal en aguas dulces naturales encontrarse entre 10 y 350µS·cm⁻¹ o inclusive más bajos, de acuerdo a la geología del sistema. Con respecto a los nutrientes indispensables para el desarrollo de la biota acuática, el sulfato (SO₄²⁻) proveniente de compuestos orgánicos no superó el nivel permitido (250mg·l⁻¹), mientras que el fosfato (PO₄³⁻) originado de la degradación de la materia orgánica estuvo muy por debajo de la norma (9,9mg·l⁻¹). Finalmente, el nitrito (NO₂⁻) y el nitrato (NO₃⁻), estuvieron muy por debajo de los límites máximos permitidos, de 0,01-0,04 y de 10mg·l⁻¹ respectivamente. En el caso de la aireación a través del oxígeno disuelto, en todos los meses de estudio en las tres zonas, se encontraron valores superiores a la norma (debe ser >4mg·l⁻¹), con 6,89 a 9,07mg·l⁻¹ para la zona 1; 6,48-8,83mg·l⁻¹ para la zona 2; y 6,58-8,96mg·l⁻¹ para la zona 3, certificando así que el sistema presenta niveles de oxigenación adecuados. Con respecto a los sólidos totales se encontró los menores valores para la zona 1 (6-170mg·l⁻¹), mientras que para la zona 2 (32-358mg·l⁻¹) y zona 3 (67-348mg·l⁻¹) prácticamente se duplicó la concentración de los mismos.

En lo que respecta a la calidad bacteriológica del agua (UFC de coliformes totales y coliformes fecales),

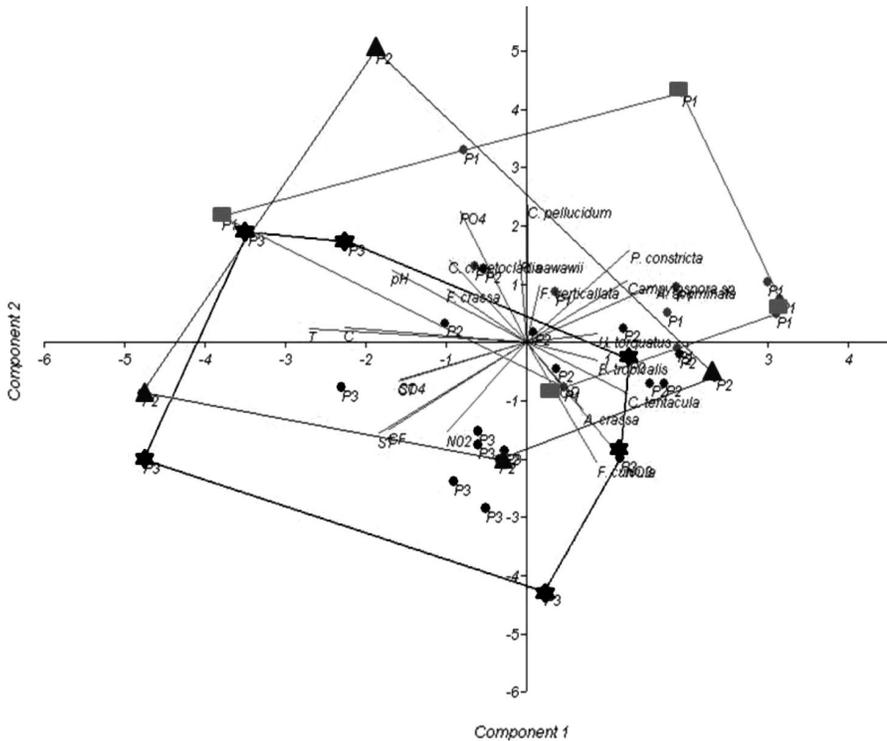


Figura 1. Análisis de componentes principales (ACP), mostrando los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y las especies de hifomicetos acuáticos más frecuentes en tres zonas del Río Cúpira. ■ Zona 1, ▲ Zona 2, * Zona 3.

se halló que en las tres zonas evaluadas el río presentó coliformes totales (>100 UFC) en la mayoría de los meses de es-

tudio, mientras que coliformes fecales se presentaron particularmente en mayo, agosto, noviembre, enero y febrero para

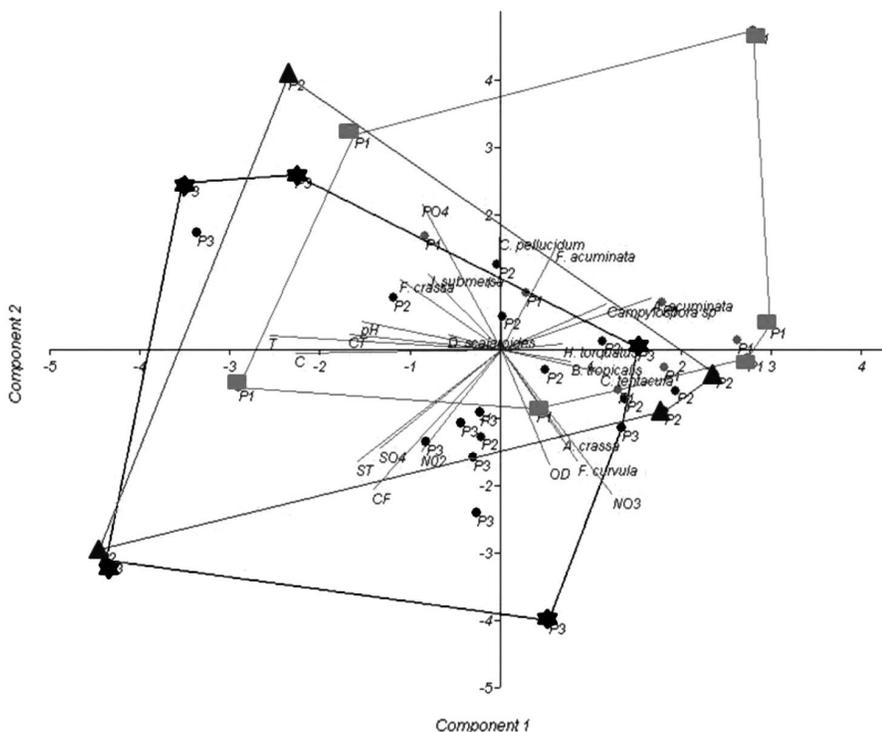


Figura 2. Análisis de componentes principales (ACP), mostrando los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y las especies de hifomicetos acuáticos indicadoras en tres zonas del Río Cúpira. ■ Zona 1, ▲ Zona 2, * Zona 3.

la zona 2 y 3, a diferencia de la cabecera (zona 1) donde solo se hallaron en mayo. Estos resultados indican que el sistema lótico estudiado, particularmente en la zona 1, presenta poca perturbación, aspecto normal en sistemas naturales de aguas dulces no afectados, que requieren de potabilización para su consumo humano.

Por otra parte, el número de especies de hifomicetos acuáticos encontradas (Tabla V) varió a lo largo del año del estudio y por zona del río evaluada; para la zona 1 estuvo entre 10 y 23, mientras que en la zona 2 osciló entre 8 y 14, y en la zona 3 el número fue menor, observándose de 1 a 4 especies. La riqueza de hifomicetos acuáticos registrada en el muestreo anual en el Río Cúpira fue de 47 especies, 42 en la zona 1, 27 en la zona 2 y 12 en la zona 3. Las especies más frecuentes en la zona 1 fueron *Alatospora acuminata*, *Camposporium pellucidum*, *Campylospora chaetoclada*, *Campylospora sp.*, *Flabelliospora verticillata*, *Phalangispora constricta* y *Phalangispora nawawi*, mientras que en la zona 2 se localizaron con mayor frecuencia las especies *Anguillospora crassa*, *Brachiosphaera tropicalis*, *Clavatospora tentacula*, *Flabelliospora crassa* y *Helicomyces torquatus*. En la zona 3 la especie *Flagellospora curvula* fue la más frecuente.

Al realizar análisis de componentes principales (ACP) entre los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos con las especies de hifomicetos acuáticos más frecuentes (Figura 1), se encuentran las tres zonas de estudio bien delimitadas por polígonos, observándose la interrelación entre ellas y revelando que las especies *A. acuminata* y *P. constricta* son las que influyen en mayor grado en el sistema, en particular la segunda para la zona 1, dado que aportan el 70,1% de la varianza total del mismo al componente más importante. Adicionalmente, la única especie predominante en las tres zonas estudiadas fue *F. crassa*, la cual se asoció a altos niveles de pH y de concentraciones de fosfato. Asimismo, en la zona 3 *F. curvula* fue la que más se relacionó con mayores niveles de coliformes fecales, sólidos totales, sulfatos, nitritos y nitratos, considerándose la especie más resistente a la contaminación de dicha zona.

Adicionalmente, al realizar el ACP entre las especies de hifomicetos acuáticos indicadoras (todas las especies presentes en la zona 3, también presentes en la zona 1) con los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos (Figura 2), se logra explicar el 73,8% de la varianza total del siste-

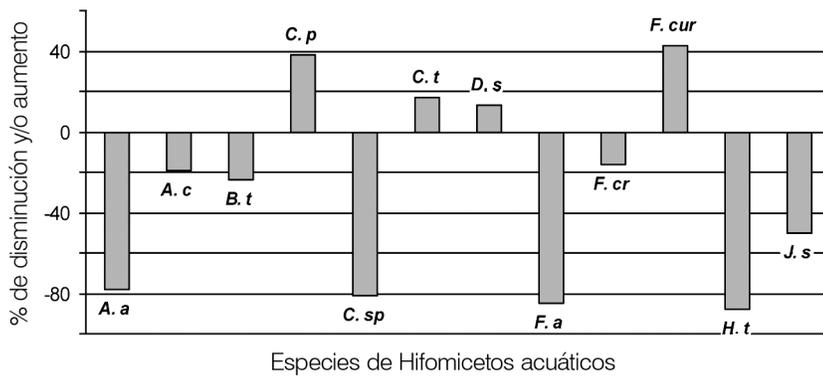


Figura 3. Porcentaje de disminución y/o aumento de especies de hifomicetos acuáticos consideradas como indicadores en este estudio. A.a: *A. acuminata*, A.c: *A. crassa*, B.t: *B. tropicalis*, C.p: *C. pellucidum*, C.sp.: *Campylospora*, sp. C.t: *C. tentacula*, D.s: *D. scalaroides*, F.a: *F. acuminata*, F.cr: *F. crassa*, F.cur: *F. curvula*, H. t: *H. torquatus*, J.s: *J. submersa*.

ma. Se encuentra que las especies *A. acuminata* y *F. acuminata* predominan en la zona 1; *B. tropicalis*, *C. pellucidum*, *Campylospora* sp., *C. tentacula*, *D. scalaroides*, *F. crassa*, *H. torquatus* y *J. submersa* predominan en la zona 2; mientras que en la zona 3 se encontró abundante presencia de *A. crassa* y *F. curvula*. Asimismo, se puede denotar que *F. curvula* fue la especie más frecuente en la zona 3 en el Río Cúpira, en comparación a las otras zonas de estudio.

Las especies que se mantuvieron durante todos los meses de estudio fueron: *Campylospora* sp. (zonas 1 y 2), y *C. tentacula*, *F. crassa* y *H. torquatus* en la zona 2. *A. acuminata* y *F. acuminata* fueron encontradas con mayor frecuencia en la zona menos afectada (zona 1). Estas especies están asociadas a bajos niveles de sólidos totales, coliformes fecales, sulfatos y nitritos, mientras que *F. crassa* y *J. submersa* están asociadas a bajas concentraciones de nitrito y de oxígeno disuelto, a diferencia de *A. crassa* y *F. curvula*, cuya mayor abundancia está asociada a elevados valores de concentración de nitratos.

En el caso del Río Cúpira, la mayoría de las especies disminuyen drásticamente a lo largo del río, desde la zona 1 a la zona 3 (disminución bastante acentuada). Sin embargo, se encontraron especies que presentaron aumento en su frecuencia en la zona 3 con respecto a la zona 1, tal como se muestra en la Figura 3. Las especies *A. acuminata*, *Campylospora* sp., *F. acuminata* y *H. torquatus* disminuyeron en 78, 81, 85 y 88%, respectivamente, en la zona 3 con respecto a la zona 1, indicando que son sensibles a la contaminación presente en

la zona 3, caracterizada por el elevado nivel de coliformes totales y coliformes fecales, así como también de sólidos totales. La especie *C. pellucidum* aumentó en la zona 3 en un 38%, *C. tentacula* en un 17%, *D. scalaroides* en un 13% y *F. curvula* en un 43%.

De acuerdo a las normas vigentes (Norma, 2003) las tres zonas estudiadas del Río Cúpira cumplen con los límites establecidos en todos los parámetros fisicoquímicos, a diferencia de los niveles obtenidos en los parámetros microbiológicos. Las zonas 1 y 2 son consideradas agua Tipo I destinadas al uso doméstico y al uso industrial, y la zona 3 es clasificada como agua de Tipo IV o de calidad aceptable destinadas a balnearios, deportes acuáticos, pesca deportiva, comercial y de subsistencia.

En los resultados descritos se evidencia que la flora de hifomicetos acuáticos en Venezuela es rica y variada, tal como lo indican Fernández *et al.* (2010), y Fernández y Smits (2011), lo cual a su vez demuestra la buena calidad ambiental de los sectores estudiados. Para el Río Cúpira, Smits *et al.* (2007), señalaron 31 especies, y Pinto *et al.* (2009) reportaron 41 especies, mientras que Fernández y Smits (2009) encontraron 42. De acuerdo a Pascoal *et al.* (2003) los hifomicetos acuáticos son considerados bioindicadores de pureza en el ecosistema lótico, de tal manera que el elevado número de especies de estos hongos en el Río Cúpira deja evidencia de la buena calidad ambiental del mismo.

Diversos estudios han relacionado la variación estacional de las especies de hifomicetos acuáticos con pequeñas alteraciones en cuanto a

cambios biológicos, químicos y físicos en las corrientes, unido a las interacciones con factores climáticos (Chamier *et al.*, 1984; Suberkropp, 1984; Betancourt *et al.*, 1987). Si bien en los presentes resultados se observan variaciones mensuales del número de especies de hongos acuáticos en el Río Cúpira, durante casi todo el año se detectó en las tres zonas la presencia de la flora de hifomicetos acuáticos y no es posible inferir un patrón estacional demarcado a los períodos de bajas y altas precipitaciones, ya que no se evidenció ni reducción ni aumento notable de la comunidad de hifomicetos acuáticos, tal como lo refieren Tsui *et al.* (2001).

De las tres especies más frecuentes que se encontraron en las zonas estudiadas, *C. tentacula* fue también registrada por Pinto (2007) como la especie de mayor frecuencia que caracterizó a la comunidad de hifomicetos acuáticos del Río Cúpira en la misma zona de estudio (zona 2). Asimismo, de estas especies, dos de ellas presentan forma tetra radiada (*F. crassa* y *C. tentacula*) y una corresponde a la forma sigmoidea (*F. curvula*). Esto coincide con lo señalado por Dang *et al.* (2007), quienes destacan que los conidios de forma tetra radiada poseen ventaja competitiva en las comunidades de hifomicetos acuáticos, seguido de los conidios con formas sigmoideas y compactas.

En relación a las especies de hifomicetos acuáticos indicadoras, tenemos que Bärlocher *et al.* (2010), indican que *Phalangispora constricta* es la especie registrada con la menor frecuencia y localizada en una única zona urbana (con afectación ambiental) de las 15 zonas del estudio de la cuenca del canal de Panamá. Esta referencia evidencia que esta especie puede ser catalogada como bioindicadora de calidad del agua, ya que es sensible a la contaminación. Igualmente, los resultados obtenidos coinciden con lo señalado por estos investigadores al indicar a *F. curvula* como la especie con mayor frecuencia, particularmente en ríos de las zonas rurales, caracterizados por alta turbidez, altos valores de conductividad, elevadas concentraciones de contaminantes orgánicos y de sólidos suspendidos.

F. curvula ha sido señalada como una especie influenciada por elevada carga de materia orgánica, así como por altas concentraciones de metales y de nutrientes, de tal manera que se ha propuesto que las comunidades de hifomicetos acuáticos pueden

ser usadas como indicadores sensitivos e integrados para la calidad del agua (Solé *et al.*, 2008). Por su parte, Lecerf y Chauvet (2008), al estudiar ríos perturbados por contaminación minera caracterizados por tener bajas temperaturas, pH alcalinos, altas conductividades, nitratos, arsénico y manganeso, observaron que *F. curvula* fue la especie dominante, con una abundancia del 40%, mientras que *Lemmoniera aquatica* fue la especie menos abundante en el sitio más impactado. En otro estudio realizado en 21 ríos del sureste de Irlanda, caracterizados por tener una alta dureza total del agua, altas conductividades y pH muy ácidos, se evidenció que las especies *F. curvula*, *Tetracladium setigerum* y *A. acuminata* tuvieron una alta frecuencia de aparición, así como de número de esporas, siendo la última de ellas la especie más abundante, mientras que *F. curvula* fue catalogada como una especie marcadora de contaminación al estar presente en los 21 ríos estudiados (Harrington, 1997).

En relación a la afectación del sistema, algunos autores han evidenciado que la diversidad de estos hongos es severamente restringida en ríos contaminados (Sridhar y Bärlocher, 1998). Así mismo, en corrientes ácidas cuyas concentraciones de aluminio son elevadas, el crecimiento de hongos acuáticos se inhibe y la actividad enzimática se reduce drásticamente (Chamier y Tipping, 1997). Igualmente ocurre en corrientes con elevada concentración de cobre (Sridhar *et al.*, 2005).

La dinámica compleja de la degradación del material vegetal en los sistemas lóticos (ríos) depende fundamentalmente de dos grupos de microorganismos, las bacterias y los hongos, cuya interacción es antagónica debido a diversos factores de crecimiento y competencia por los recursos disponibles, tal como lo plantean Lindblom y Travik (2003). Estos autores observaron que el crecimiento bacteriano en la hojarasca era 12 veces mayor en ausencia de los hifomicetos acuáticos, mientras que el crecimiento de estos hongos se duplicaba si las bacterias no estaban presentes. Así mismo, estos grupos pueden ser usados como bioindicadores de intervención humana, tal como lo encontraron Valencia y Lizarazo (2009) en cuatro Quebradas del Parque Nacional de Gorgona en Colombia, evidenciándose una mayor diversidad de hongos en las quebradas menos afectadas ambientalmente. En este sentido, los mayores niveles de coliformes totales y colifor-

mes fecales inciden en la disminución de la diversidad de hongos acuáticos, tal como lo señalan Chavarria *et al.* (2010) en los canales turísticos de Xochimilco en México.

Con los resultados obtenidos en este trabajo se evidencia que el Río Cúpira aún puede ser considerado como de buena calidad ambiental, a pesar que por intromisión humana en dichas áreas cercanas al río, pudiera verse seriamente afectado si no se toman medidas preventivas tales como controlar o eliminar la presencia del ganado a la cercanía del río, al igual que evitar dejar desperdicios que alteren este ecosistema.

REFERENCIAS

- APHA, AWWA, WEF (2005) *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 21ª ed. American Public Health Association. Washington, DC, EEUU. 2671 pp.
- Bärlocher F (2000) Water-borne conidia of aquatic hyphomycetes: seasonal and yearly patterns in Catamaran Brook, New Brunswick, Canada. *Can. J. Bot.* 78: 157-167.
- Bärlocher F, Helson J, Dudley W (2010) Aquatic hyphomycete communities across a land-use gradient of Panamanian streams. *Arch. Hydrobiol.* 177: 209-221.
- Bautista C (2003) *Aguas. Guía Técnico-Jurídica*. Mundi-Prensa. Madrid, España. 25 pp.
- Betancourt C, Cruz J, García J (1987) Los hifomicetos acuáticos de la Quebrada Doña Juana en el Bosque Estatal de Toro Negro, Villalba, Puerto Rico. *Carib. J. Sci.* 23: 278-284.
- Campos I (2000) *Saneamiento Ambiental*. Universidad Estatal a Distancia. Costa Rica. 225 pp.
- Colin B (2001) *Química Ambiental*. Reverte. Barcelona, España. 433 pp.
- Covenin (1984) *Norma Covenin 1086:84. Métodos para Recuento de Bacterias Coliformes en Placas de Petri*. Normas Venezolanas COVENIN. Caracas, Venezuela.
- Covenin (1986) *Norma Covenin 2409:86. Agua. Método de Membrana Filtrante para Análisis Microbiológico*. Normas Venezolanas COVENIN. Caracas, Venezuela.
- Covenin (2002) *Norma Covenin 2709:2002. Aguas Naturales, Industriales y Residuales. Técnicas de Muestreo*. Normas Venezolanas COVENIN. Caracas, Venezuela.
- Chamier AC, Dixon PA, Archer SA (1984) The spatial distribution of fungi on decomposing alder leaves in a freshwater stream. *Oecologia* 64: 92-103.
- Chamier AC, Tipping E (1997) Effects of aluminium in acid streams on grow and sporulation of aquatic hyphomycetes. *Env. Pollut.* 96: 89-98.
- Chavarria A, González M, Dantán E, Cifuentes J (2010) Evaluación espacial y temporal de la diversidad de los ascomicetos dulceacuicolas del canal turístico Santa Cruz, Xochimilco, México. *Rev. Mex. Biodiv.* 81: 733-744.
- Dang CK, Gessner MO, Chauvet E (2007) Influence of conidial traits and leaf structure on attachment success of aquatic hyphomycetes on leaf litter. *Mycologia* 99: 24-32.
- Fernández R, Smits G (2009) Registro de la presencia de hifomicetos acuáticos en los ríos de la Cordillera de la Costa, Venezuela. *Interciencia* 34: 589-592.
- Fernández R, Smits G (2011) Hifomicetos acuáticos de la cabecera del Río Guárico, Estado Carabobo, Venezuela. *Interciencia* 36: 831-834.
- Fernández R, Smits G, Pinto M (2010) Características e importancia de los hifomicetos acuáticos y registro de especies en Venezuela. *Rev. Faraute Cienc. Tecnol.* 5(2): 1-15.
- Guevara E, Cartaya H (2004) *Hidrología Ambiental*. 1ª ed. Universidad de Carabobo. Venezuela. 497 pp.
- Harrington TJ (1997) Aquatic hyphomycetes of 21 rivers in southern Ireland. *Biol. Env.* 97b: 39-148.
- Huber O, Alarcón C (1988) *Mapa de Vegetación de Venezuela*. 1:2.000.000. MARNR, The Nature Conservancy. Caracas, Venezuela.
- Ingold CT (1975) *An Illustrated Guide to Aquatic and Water-borne Hyphomycetes (Fungi Imperfecti) with Notes on their Biology*. Freshwater Biological Association, Ambleside, RU. 96 pp.
- Lecerf A, Chauvet E (2008) Diversidad y funciones de hongos que descomponen hojas en corrientes alteradas por los humanos. Laboratoire d'écologie fonctionnelle, UMR 5245 (CNRS-UPS-INPT). Toulouse, France. 1672 pp.
- Lindblom C, Travik L (2003) Antagonism between bacteria and fungi on decomposing aquatic plant litter. *Microb. Ecol.* 45: 173-182.
- Norma (2003) *Normas para la Clasificación Control de la Calidad de los Cuerpos de Agua y Vertidos o Efluentes Líquidos*. Decreto 883. Gaceta Oficial N° 37.700, 29/05/2003. Caracas, Venezuela. 32 pp.
- Pascoal C, Pinho M, Cássio F, Gomes P (2003) Assessing structural using leaf breakdown: studies on a polluted river. *Freshw. Biol.* 48: 2033-2044.
- Pinto M (2007) *Caracterización de la Biodiversidad de Hifomicetos Acuáticos en el Río Cúpira (La Cumaca - Estado Carabobo)*. Tesis. Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela. 89 pp.
- Pinto M, Fernández R, Smits G (2009) Comparación de métodos en la caracterización de la biodiversidad de hifomicetos acuáticos en el Río Cúpira, Estado Carabobo, Venezuela. *Interciencia* 34: 497-501.
- Santos-Flores CJ, Betancourt-López C (1997) Aquatic and water-borne hyphomycetes (Deuteromycotina) in streams of Puerto Rico (Including records from other Neotropical locations). *Carib. J. Sci.* 2: 83-116.
- Shoenlein-Crusius I, Grandi R (2003) The diversity of aquatic hyphomycetes in South America. *Brazilian J. Microbiol.* 34: 1-13.

- Smits G, Fernández R, Cressa C (2007) Preliminary study of aquatic hyphomycetes from Venezuelan streams. *Acta Bot. Venez.* 30: 345-355.
- Solé M, Fetze I, Wennrich R, Sridhar K, Harms H, Krauss G (2008) Aquatic hyphomycete communities as potential bioindicators for assessing anthropogenic stress. *Sci. Total Env.* 389: 557-565.
- Sridhar K, Bärlocher F (1998) Breakdown of *Ficus* and *Eucalyptus* leaves in an organically polluted river in India: fungi diversity and ecological functions. *Freshw. Biol.* 39: 537.
- Sridhar K, Bärlocher F, Krauss GJ, Krauss G (2005) Response of aquatic hyphomycetes communities to changes in heavy metal exposure. *Int. Rev. Hydrobiol.* 90: 21-32.
- Suberkropp K (1984) Effect of temperature on seasonal occurrence of aquatic hyphomycetes. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 82: 53-62.
- Tsui CKM, Hyde KD, Hodgkiss IJ (2001) Colonization patterns of wood-inhabiting fungi on baits in Hong Kong rivers, with reference to the effects of organic pollution. *A. van Leeuwenhoek* 79: 33-38.
- Valencia S, Lizarazo P (2009) Caracterización de la composición microbiana de cuatro quebradas del Parque Nacional natural Gorgona. *Actual. Biol.* 31: 213-226.
- Vásquez G, Castro G, Vázquez G, Castro G, González I, Pérez R, Castro T (2006) Bioindicadores como herramientas para determinar la calidad del agua. *Contactos* 60: 41-48.

WATER QUALITY EVALUATION THROUGH BIOINDICATORS AND PHYSICO-CHEMICAL PARAMETERS IN RÍO CÚPIRA (LA CUMACA, CARABOBO STATE, VENEZUELA)

Vincenzo Storaci Koschelov, Rafael Fernández Da Silva and Gunta Smits Briedis

SUMMARY

A proper management of water resources determines a response to various anthropogenic interventions allowing the implementation of diagnostic feasible methods to the water sources. This is done using bioindicators, organisms that can indicate the environmental changes effects. The aquatic hyphomycetes are indicators of water quality, varying their presence depending on the degree of environmental affection. The aim of this study was to evaluate water quality in areas with and without environmental affection of Cúpira River (La Cumaca, Carabobo State, Venezuela) using microbiological biomarkers and chemical parameters. Weekly samplings were carried out for a year (March 2008 to February 2009) in three zones of the river: headwater (unaffected), intermediate (recreational use) and significantly affected area (near a quarry and cattle grazing), where physicochemical parameters (dissolved oxygen, conductivity, pH, temperature and total solids) were determined, as well as nutrients, total coliforms, fecal coliforms and aquatic hyphomycetes (number of species and conidia/ml). Compared with the area unaffected, the total solids, total coliforms number and fecal coliforms increased in the significantly affected area, while the number of species and frequency of conidia decreased. The most frequent species that characterized the community of aquatic hyphomycetes of the Cúpira River was *Flabelliospora crassa*, although other species also showed high frequency values: *Flagellospora curvula*, *Clavatospora tentacula*, *Campylospora sp.*, *Helicomyces torquatus*, *Alatospora acuminata*, *Anguillospora crassa*, *Brachiosphaera tropicalis*, *Camposporium pellucidum*, *Phalangispora constricta*, *Phalangispora nawawii*, *Flabelliospora verticillata* and *Campylospora chaetoclada*.

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RÍO CÚPIRA (LA CUMACA, ESTADO CARABOBO, VENEZUELA) MEDIANTE BIOINDICADORES MICROBIOLÓGICOS E PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Vincenzo Storaci Koschelov, Rafael Fernández Da Silva e Gunta Smits Briedis

RESUMO

A gestão adequada dos recursos hídricos determina uma resposta a várias intervenções antrópicas, permitindo a implementação de métodos viáveis de diagnóstico de fontes de água. Isso é feito usando bioindicadores, organismos que podem indicar os efeitos das mudanças ambientais. Os hyphomycetes aquáticos são indicadores da qualidade da água, variando a sua presença de acordo com o grau de impacto ambiental. O objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade da água em zonas com o sim afetação ambiental do Rio Cúpira (La Cumaca, Estado Carabobo, Venezuela) utilizando biomarcadores microbiológicos e parâmetros físico-químicos. Ou Rio foi estudado semanalmente por um ano (março de 2008-fevereiro de 2009) em três áreas: nascente (não afetada), intermediário (uso recreativo) e zona com afetação (perto de uma pedreira e criação de gado), onde foram determinados os parâmetros físico-químicos (oxigênio dissolvido, condutividade, pH, temperatura e sólidos totais), os nutrientes, os coliformes totais, coliformes fecais e hyphomycetes aquáticos (número de espécies e conídios/ml). Na área de envolvimento ambiental, aumentada os sólidos totais, o número de coliformes totais e coliformes fecais, diminuição o número de espécies e frequência de conídios em comparação com a região (afetada). As espécies mais comun que caracterizo a comunidade de hyphomycetes aquáticos foi *Flabelliospora crassa*, no entanto, outras espécies também apresentou frequências importantes: *Flagellospora curvula*, *Clavatospora tentacula*, *Campylospora sp.*, *Helicomyces torquatus*, *Alatospora acuminata*, *Anguillospora crassa*, *Brachiosphaera tropicalis*, *Camposporium pellucidum*, *Phalangispora constricta*, *Phalangispora nawawii*, *Flabelliospora verticillata* e *Campylospora chaetoclada*.