

COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA NUMÉRICA DE LA COMUNIDAD DE MICROALGAS PERIFÍTICAS DEL RÍO QUINDÍO DEPARTAMENTO DEL QUINDÍO, COLOMBIA

COMPOSITION AND NUMERIC STRUCTURE OF THE COMMUNITY PERIPHYTIC ALGAE IN THE QUINDÍO RIVER AT THE DEPARTMENT OF QUINDÍO, COLOMBIA

César A. Bustamante-Toro, Solanily L. Torres-Cohecha y Lady M. Zapata-Martínez.

Programa Académico de Licenciatura en Biología y Educación Ambiental, Facultad de Educación, Universidad del Quindío.

RESUMEN

Se estudió la composición y estructura de la comunidad de microalgas perifíticas del río Quindío, en el periodo comprendido entre febrero y junio de 2009. Para ello, se dividió el río en 3 tramos: alto, medio y bajo, estableciéndose 3 sitios de muestreo por cada tramo. En cada sitio se colectaron muestras de agua para análisis de algunos parámetros físico-químicos y de fitoperifiton en sustratos rocoso (epilítico) y vegetal (epifítico). De acuerdo a los resultados la composición taxonómica del fitoperifiton en el río Quindío corresponde a: 4 divisiones, 4 clases, 8 órdenes, 4 subórdenes, 18 familias y 27 géneros. La división Bacillariophyta presentó la mayor riqueza de taxa con 12 géneros y la mayor abundancia con 96.6%. Los valores de diversidad (H') fueron: tramo alto de 0.71, tramo medio de 0.81, y el tramo bajo de 0.39. La composición y estructura de las microalgas perifíticas en el río Quindío fue relativamente homogénea, solo se aprecia una leve diferencia entre los tramos, siendo el sitio 5 (La María) el que presentó los valores más altos de Riqueza y diversidad. Con base en el ANOVA se presentaron diferencias significativas entre los tipos de sustrato para los índices de diversidad (H') y riqueza ($P < 0.01$ y $P < 0.02$) respectivamente; donde el sustrato epifítico presentó la mayor diversidad y riqueza, y el sustrato epilítico la mayor abundancia.

Palabras clave: algas perifíticas, sustratos, composición, estructura numérica, riqueza, río Quindío.

Recibido: septiembre 1 de 2009

Aceptado: Noviembre octubre 30 de 2009

Correspondencia: Programa Licenciatura en Biología y Educación Ambiental, Universidad del Quindío. E-Mail: ceabusta@uniquindio.edu.co

ABSTRACT

There was studied the composition and numeric structure of the community of microalgae of the periphyton in the Quindío river, in the time period between February and June 2009. The river was divided in 3 sections: high place, average and low, 3 sites being established by every section. In every site samples were collected of phytoperiphyton in two substrata types: stones (epilithic) and vegetable (epiphytic). In agreement to the results the taxonomic composition of the periphytic algae in the Quindío River, it corresponds to 4 divisions, 4 classes, 8 orders, 4 suborders, 18 families, and 27generos. The division Bacillariophyta was the most richness taxa with 12 genuses and the most abundance with 96.6 %. In the type of substrata they presented variations in the numerical structure of the community phytoperiphytic, where the substrata epiphytic reflect the most diversity and richness; and the substrates epilithic the most abundance. On the other result the diversity (H') were: high section of 0.71, average section of 0.81, and the low section of 0.39. Being the composition and structure of the periphytic microalgae very homogeneous, only it appreciates a slight spatial difference between the sections of the river, being the site 5 (The Maria) the one that presented the highest values of richness and diversity. ANOVA's analysis registered that there are significant differences between the substrata for the diversity (H') and richness Dmg ($P < 0.01$ and $P < 0.02$) respectively; where the substrata epiphytic presented the most richness and diversity, and substrata epilithic the most abundance.

Key words: periphytic algae, substrata, composition, numeric structure, richness, Quindío River.

INTRODUCCIÓN

El perifiton es una comunidad compleja de microorganismos que necesitan de un sustrato natural orgánico o inorgánico al cual adherirse. Entre los organismos más sobresalientes de esta comunidad se encuentra las microalgas, que han desarrollado cuerpos filamentosos con la base modificada para adherirse a sustratos naturales o artificiales y

poseen tejidos de sostén que se asocian a la celulosa, la lignina o el material rocoso; también presentan células solitarias o coloniales y de forma no flagelada o filamentosas, ancladas firmemente por mucílago, lo que las dota de habilidad para capturar el material que lleva el agua. A pesar de su pequeño tamaño, presentan una gran diversidad de especies, pertenecientes a distintos grupos taxonómicos; los individuos más

representativos son diatomeas
penadas, algas verdes y cianobacterias

del Quindío hasta el corregimiento de Canaán, seleccionando tres sitios: sitio 1 (Cocora - Truchera), donde los suelos son utilizados para ganadería y plantaciones forestales, además se desarrolla actividad

turística y la vegetación presente en las orillas del río empieza a disminuir gradualmente. En el sitio 2 (Boquía) y sitio 3 (Canaán) se presentan monocultivos de café y ganadería.



Figura 1. Cuenca del río Quindío, Colombia.

La parte media se localiza entre los municipios de Armenia y Calarcá donde se encuentran los sitios 4 (Chagualá), sitio 5 (Puente la María) y sitio 6 (Puente Balboa), estos últimos, reciben los vertimientos de la Central de Sacrificio de Armenia y las Curtiembres; posteriormente el río recibe las aguas de la quebrada la Florida y el Pescador, los vertimientos de El Caimo y finalmente las

aguas de río Verde (zona industrial de Córdoba) y la Picota (zona urbana del municipio de Buenavista).

La parte baja se estableció desde el corregimiento La Bella hasta 100m de su desembocadura donde se ubica el sitio 7 (Finca Villa Luz), y en la Vereda de Calle Larga los sitio 8 (finca El Guayabo) y sitio 9 (finca Santa Elena). Estos sitios se caracterizan por la presencia de cultivos de

café, soya, millo, cítricos y actividad ganadera (Jaramillo *et al.*)⁽¹³⁾.

Toma y medición de algunas Variables Físico-químicas y climatológicas:

Los datos de las variables climáticas como pluviosidad, brillo solar y humedad relativa fueron suministrados por La CRQ (2009). En campo se recolectaron muestras de agua en botilitos y winkler. In-situ se midieron la intensidad lumínica con un

Luxómetro (Traceable); la temperatura ambiente y del agua con un termómetro digital. A las muestras de agua se les determinó: concentración de oxígeno disuelto por el método yodométrico (modificación de azida); DBO5 por incubación “estándar” a 5 días; el pH con un medidor ORION®, modelo 290A); la Turbiedad (FAU) con un espectrofotómetro (marca LOVIBOND); los SST (mg/l) por el método Gravimétrico (evaporación a 103 OC) y la conductividad con un

Tabla 1. Sitios de muestreo en el río Quindío con su respectiva Altitud.

TRAMO	SITIOS DE MUESTREO	ALTITUD (msnm)
Alto	1. 100 mt aguas abajo truchas Cocora	2421
Alto	2. Vereda Boquía	1840
Alto	3. Vereda Canaán	1740
Media	4. Puente Chaguala	1360
Media	5. Puente la María	1280
Media	6. Puente Balboa	1280
Bajo	7. Calle larga (Finca villa luz)	1260
Bajo	8. Calle larga (Finca los guayabos)	1250
Bajo	9. Calle larga (finca Santa Helena)	1210

conductímetro (HANNA® HI 988842). Estas variables fueron analizadas en el Laboratorio de Aguas y ambiental de la Universidad del Quindío, siguiendo las recomendaciones de los métodos estandarizados por la APHA, AWWA, WPCF (1998) (14).

Muestreo de algas perifíticas:

En cada sitio se colectó una muestra para cada uno de los sustratos seleccionados: rocoso (epilítico) y vegetal (epifítico). Para el sustrato epilítico las rocas fueron elegidas al

azar a una distancia 2m de la orilla, el material adherido al sustrato se raspó con espátula y posteriormente se depositó el material en tubos de ensayo de 21ml con agua circundante del raspado y se fijo con 0,4ml de lugol, conservándolos en recipientes oscuros (Aragón et al., 2104)(3). Para el sustrato epifítico se recolectó un pedazo de material vegetal presente en la orilla del río que igualmente se depositó en tubos de ensayo (21ml) con agua circundante al material, para su fijación se utilizó el mismo procedimiento del anterior. La ubicación de la toma de la muestras fue vertical en relación con la corriente, según lo recomendado por Wetzel⁽⁶⁾.

Análisis cualitativo y cuantitativo de microalgas del perifiton:

El conteo e identificación de las comunidades del fitoperifiton se efectuó con la ayuda de un microscopio binocular (NIKON E-210) con aumentos de 10X, 40X y 100X. Para la cuantificación se tuvo en cuenta la densidad: número de organismos por mililitro (org/ml), para ello se aplicó la expresión estandarizada por Ros⁽¹⁵⁾ en el cual la densidad por área (cm²) es obtenida entre la división del número de individuos totales (n) por la superficie del área de la cámara de 40x en mm² (s=0.010mm²) multiplicado por la altura de la cámara en mm (h=10.05mm²) y el número de campos

(c=30) el resultado de esto se multiplico por el factor de conversión de f=100.

Para la identificación taxonómica de las microalgas perifíticas, se emplearon claves y descripciones de: Streble y Krauter⁽¹⁶⁾; Guzmán⁽¹⁷⁾; Acleto y Zúñiga⁽¹⁸⁾; González,⁽¹⁹⁾; APHA⁽¹⁴⁾; Ramírez⁽²¹⁾ y Lobo et al.,⁽²¹⁾.

Análisis Ecológicos

Para analizar la estructura de las microalgas perifíticas del río Quindío se realizó una curva de acumulación con las abundancias relativas en cada sustrato y el estimador de Chao1 con el programa Setup Estimate S750Win. Además se evaluó la diversidad alfa con los índices de Diversidad de Shannon H'⁽²²⁾, índice de riqueza de Margalef⁽²³⁾, el índice de Dominancia de Simpson⁽²⁴⁾; con el Programa Diversidad (Pérez-López. et al.,)⁽²⁵⁾. Para la diversidad beta se empleo el índice de similitud de Jaccard representado en dendogramas con el uso del programa NTSYSPC versión 2.02i.

Análisis Estadísticos

A los datos de las variables físico-químicas se les realizó un análisis descriptivo y explorativo empleando el coeficiente de variación de Pearson y la media aritmética como medida de

tendencia central mediante el Programa Statgraphics versión 5.0; por otra parte, se realizó una ANOVA donde la variable dependiente es cada índice ecológico y los factores son el tramo, sustrato y época, y un a prueba de Tukey con el programa STATISTICA versión 7.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición y estructura numérica

La comunidad de algas perifíticas del río Quindío esta representada por: 4 divisiones, 4 clases, 8 órdenes, 18 familias, 27 géneros y 32 morfoespecies (Tabla 2). La división Bacillariophyta fue la más representativa con 2 órdenes, 7 familias y 12 géneros; esta taxa presenta características fisiológicas diferentes, la mayoría de sus especies tienen nutrición heterotrófica facultativa y pueden sobrevivir en ambientes con baja luminosidad (Lewin y Hellebust, 1977. citado de Hernández-Atilano. et al., 2005)⁽⁷⁾. La taxa menos representativa fue la división Euglenophyta con una familia y un solo género.

Con respecto a la distribución de las algas perifíticas en el río Quindío, en la parte alta se hallaron 18 géneros, siendo los más abundantes: Navícula,

Melosira, Nitzschia y Diatoma; en la parte media se encontraron 19 géneros de los cuales los más abundantes fueron: Navícula, Nitzschia y Melosira; y en la parte baja se encontraron 16 géneros con predominio de Navícula. Por su parte, el tramo alto y bajo del río presentaron una similitud del 60% con respecto a la presencia de microalgas, y difiere en un 52% del tramo medio (Figura 2).

En la Figura 3, se puede apreciar que el sitio La Maria presentó la menor similitud con un porcentaje del 35% indicando que este sitio es diferente a los otros en cuanto a la composición de las microalgas perifíticas. Boquía y Canaán comparten una similitud de 59% hace referencia a que estos dos sitios presentan poca semejanza con relación a la composición de taxas. Chagualá y Guayabo presentaron el mismo porcentaje con una similitud de 75%, mostrando que los dos sitios son muy semejantes al tener la mayoría de morfoespecies compartidas.

Con relación a los dos tipos de sustratos, en ambos se registraron las cuatro divisiones y clases, pero con diferencias en cuanto a orden, familias y géneros (Tabla 3). Para los sustratos roca (epilítico) y vegetal (epifítico), la división Bacillariophyta fue la más representativa con el mayor número de morfoespecies, mientras la división

DIVISION	CLASE	ÓRDEN	FAMILIA	GENERO	MORFOESPECIE	
Cyanophyta	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Anabaena</i>	<i>Anabaena sp</i>	
		Nostocales	Oscillatoriaceae	<i>Chroococcus</i>	<i>Chroococcus sp</i>	
			Nostocaceae	<i>Oscillatoria</i>	<i>Oscillatoria sp</i>	
Chlorophyta	Chlorophyceae	Volvocales	Volvocales	<i>Nostoc</i>	<i>Nostoc sp</i>	
		Chlorococcales	Oocystaceae	<i>Volvox</i>	<i>Volvox sp</i>	
					<i>Chlorella</i>	<i>Chlorella sp</i>
					<i>Oocystis</i>	<i>Oocystis sp</i>
				<i>Ankistodesmus</i>	<i>Ankistodesmus sp</i>	
		Zygnematales	Hydrodictyceae	<i>Pediastrum</i>	<i>Pediastrum sp</i>	
			Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus</i>	<i>Scenedesmus sp</i>	
			Mesotaeniaceae	<i>Netrium</i>	<i>Netrium digitos</i>	
				<i>Closterium</i>	<i>Closterium sp</i>	
			Desmediaceae	<i>Staurastrum</i>	<i>Staurastrum radians</i>	
					<i>Staurastrum leptocladum</i>	
					<i>Staurastrum arctiscon</i>	
		Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Centrales	Zygnemaphyceae	<i>Spirogyra</i>
Melosiraceae	<i>Melosira</i>				<i>Melosira granulata</i>	
					<i>Melosira sp</i>	
Pennales				<i>Melosira varians</i>		
	Thalassiosiraceae			<i>Cyclotella</i>	<i>Cyclotella sp</i>	
	Fragilariaceae			<i>Synedra</i>	<i>Synedra sp</i>	
				<i>Diatoma</i>	<i>Diatoma sp</i>	
	Naviculaceae			<i>Fragilaria</i>	<i>Fragilaria sp</i>	
				<i>Navicula</i>	<i>Navicula sp</i>	
					<i>Navicula propingua</i>	
	<i>Caloneis</i>			<i>Caloneis sp</i>		
Cymbellaceae	<i>Cymbella</i>			<i>Cymbella sp</i>		
	<i>Gomphonema</i>			<i>Gomphonema sp</i>		
Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i>	<i>Nitzschia sp</i>				
	<i>Ceratoneis</i>	<i>Ceratoneis sp</i>				
	achanthaceae	<i>Cocconeis</i>	<i>Cocconeis sp</i>			
Euglenophyta	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenoceae	<i>Euglena</i>	<i>Euglena sp</i>	

Euglenophyta fue la menos representativa con una (Figura 4).

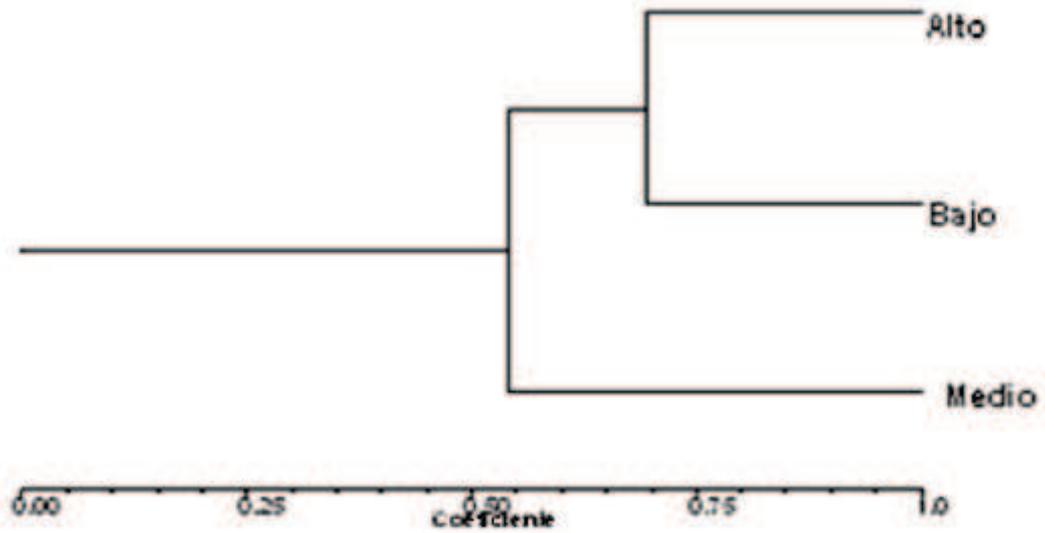


Figura 2. Dendrograma de similitud de Jaccard entre los tramos del río Quindío.

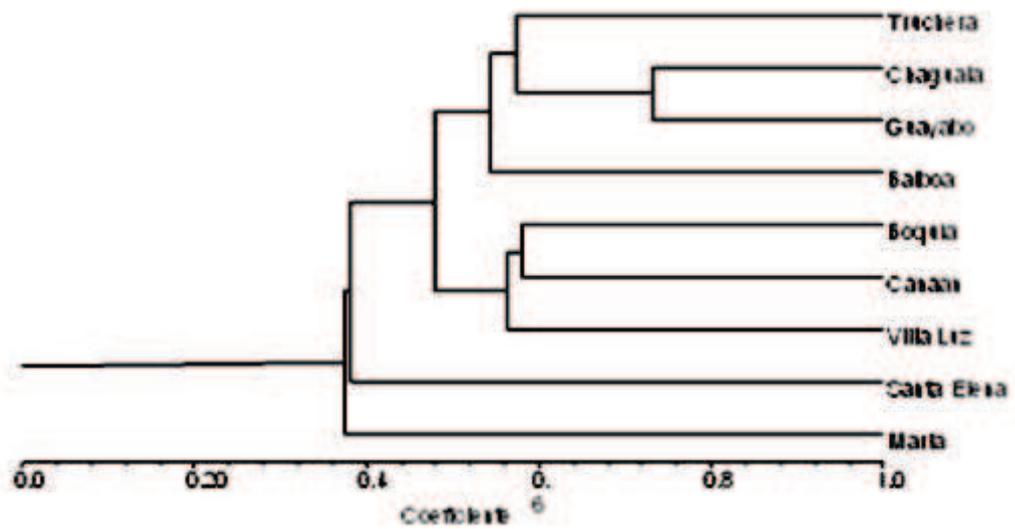


Figura 3. Dendrograma de similitud de Jaccard entre las estaciones de muestreo del río Quindío.

Tabla 3. Comparación entre el número de taxa de microalgas epifíticas y epilíticas en el río Quindío.

TAXÓN	SUSTRATO EPIFÍTICAS	SUSTRATO EPILÍTICAS	TOTAL
División	4	4	4
Clase	4	4	4
Orden	8	6	8
Familia	18	14	18
Género	25	19	27
Morfospecies	29	21	31
Densidad (Ind./ml)	54.807	98.593	153.400

Para el sustrato epilítico se registraron 6 órdenes, 14 familias, 19 géneros, 21 especies, y un total de 98.593 (ind./ml); entre tanto, para el sustrato epifítico se

reportaron 8 órdenes, 18 familias, 25 géneros, 29 morfoespecies y un total de 54.807 (ind./ml) (Tabla 3)

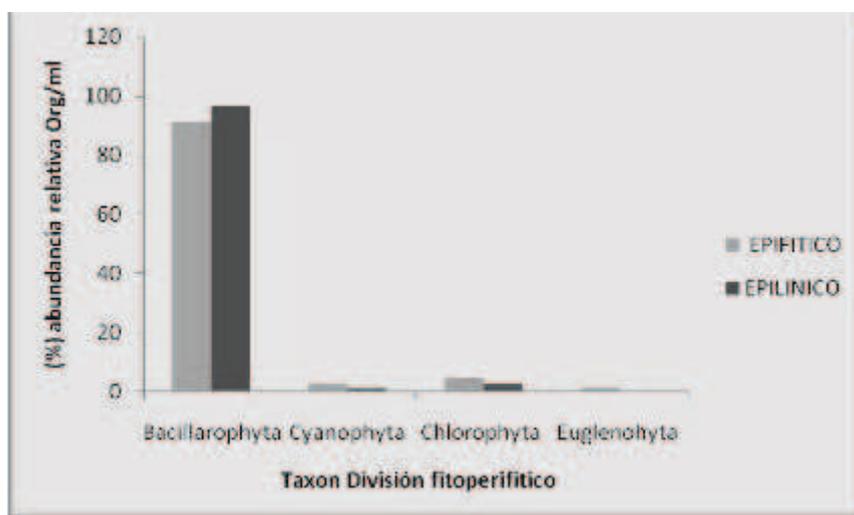


Figura 4. Abundancia de las divisiones fitoperifíticas para los sustratos epifítico y epilítico.

Con base en el muestreo de las microalgas perifíticas en los sustratos, el análisis de las curvas de acumulación de especies alcanzaron levemente la asíntota, además las especies observadas en los dos sustrato

son iguales a las esperadas por el estimador de chao1, lo que indica que los datos obtenidos durante el muestreo pueden considerarse significativos (figura 5 y 6).

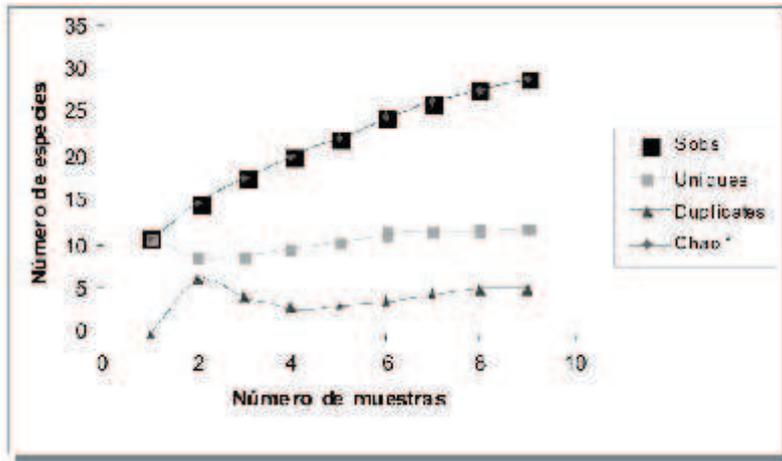


Figura 5. Curvas de acumulación de morfoespecies de microalgas perifíticas del sustrato epifítico colectadas en las nueve estaciones del río Quindío.

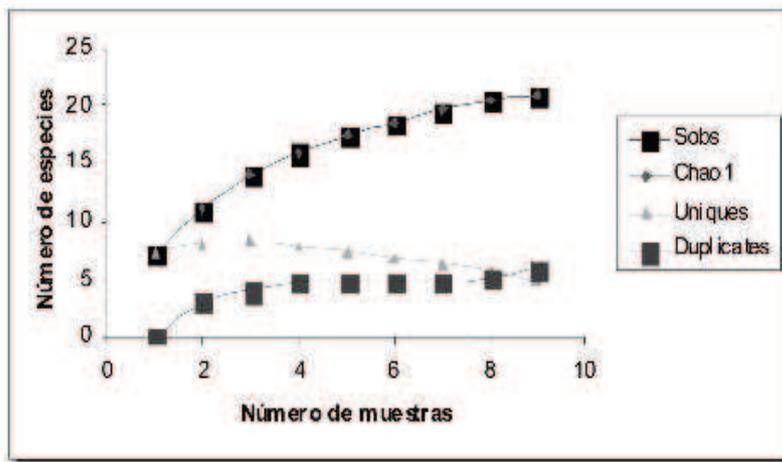


Figura 6. Curvas de acumulación de morfoespecies de microalgas perifíticas del sustrato epifítico colectadas en las nueve estaciones del río Quindío.

Las Tablas 4 y 5 muestran los valores de los índices de diversidad de Shannon (H'), dominancia de Simpson y riqueza de Margalef, obtenidos en cada uno de los sitios de muestreo. La Tabla 4 muestra los resultados de la diversidad alfa para el sustrato epifítico, donde el sitio 5 (La María) presentó los valores más altos de riqueza y diversidad de 2.68 y 2.51 respectivamente, y el menor valor de dominancia 0.12. El sitio 4 (Chaguala) presentó la mayor dominancia con

0.46 y la menor diversidad con 1.3, y el sitio 1(Trucheras) presentó la menor riqueza con 0.84. La tabla 5 muestra los índices hallados para el sustrato epilítico, donde el sitio 3 (Canaán) presentó la mayor diversidad y riqueza con valores de 2.05 y 1.26 respectivamente, mientras el sitio 5 (La María) presentó la menor diversidad con 0.36 y la mayor dominancia con 0.86, el sitio 7 (Villa Luz) presentó el menor valor de Riqueza con 0.24.

Tabla 4. Índices de ecológicos aplicados a las microalgas perifíticas del sustrato epifítico colectadas en las nueve estaciones del río Quindío.

Índices Ecológicos	Sitios	1	2	3	4	5	6	7.	8	9
		Truchera	Boquía	Canaán	Chaguala	La María	Balboa	V. Luz	Guayabo	Santa Elena
Diversidad (H')		1,50	1,39	1,95	1,13	2,51	1,89	1,61	1,53	1,45
Ind de Simpson (D _{Sp})		0,27	0,36	0,19	0,46	0,12	0,18	0,27	0,32	0,31
Ind de Margalef (DMg)		0,84	1,25	1,32	1,12	2,68	1,23	1,14	1,32	1,16

Tabla 5. Índices de ecológicos aplicados a la comunidad fitoperifítica del sustrato epilítico colectadas en las nueve estaciones del río Quindío.

Índices Ecológicos	Sitios	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Truchera	Boquía	Canaán	Chaguala	La María	Balboa	V. Luz	8 Guayabo	Santa Elena
Diversidad (H')		1,42	1,30	2,05	1,05	0,38	1,00	0,69	1,25	0,70
Ind de Simpson (D _{Sp})		0,26	0,39	0,16	0,48	0,86	0,53	0,49	0,38	0,72
Ind de Margalef (DMg)		0,75	0,99	1,26	1,02	0,81	0,82	0,24	0,91	1,02

Por su parte, el análisis de varianza para los índices de diversidad, riqueza y dominancia con relación a los tramos, no presentaron diferencias estadísticas significativas $P > 0.05$ (Tabla 6), en efecto los valores para diversidad fueron bajos, siendo en el tramo alto 0.71, en el tramo medio 0.81 y el tramo bajo 0.39.

Los índices de diversidad alfa tan poco presentaron diferencias estadísticamente significativas con relación a los periodos de muestreo $P > 0.05$ (Tabla 6), lo cual significa que

no influyeron directamente en la variabilidad de la estructura y composición de la comunidad de microalgas perifíticas.

Sin embargo, es de tener en cuenta que los ecosistemas acuáticos neotropicales enfrentan las temporadas de lluvia y sequía, que impiden a los ecosistemas ser estables y permanentes, de este manera se mantienen en un constante proceso de sucesión con proliferación de especies generalista cada vez que se suceden cambios ambientales (González)⁽¹⁹⁾.

Tabla 6. Prueba ANOVA para los índices de diversidad (H'), riqueza de Margalef (DMg) y dominancia de Simpson (DSp) para tramos, sustratos y épocas.

INDICES EFECTO	H'		DMg		DSp	
	F	p	F	p	F	p
Tramo del río	0,66	0,52	0,9	0,41	0,59	0,56
Sustrato	7,51	0,01	5,48	0,02	0,05	0,81
Época	0,51	0,48	0,007	0,93	0,00	0,96
Tramo del río*sustrato	2,09	0,14	0,95	0,39	0,24	0,78
Tramo del río*Época	1,32	0,28	0,71	0,5	1,48	0,24
Sustrato*Época	0,52	0,47	0,43	0,51	0,01	0,89
Tramo del río*Sustrato*Época	0,07	0,93	0,48	0,62	0,05	0,94

Según los resultados del análisis de varianza entre los sustratos, se registró diferencia significativa para la variable diversidad ($P = 0.01$) y la variable riqueza ($P = 0.02$) (Tabla 6.). Por medio de la prueba de Tukey se demostró que el sustrato epifítico presentó mayor diversidad (0.89) que el sustrato epilítico (0.54) (Tabla 8), asimismo la riqueza fue mayor en el sustrato epifítico (0.45) (Tabla 9); esto puede obedecer a que los mayores

valores de biomasa corresponden, en términos generales, a sustratos naturales (plantas), y los menores a sustratos artificiales o inorgánicos (rocas) (Cruz y Salazar)⁽²⁰⁾; otro factor que influye en la colonización del sustrato por las microalgas, es que estas no se encuentran donde la velocidad de corriente es alta, puesto que no pueden adherirse a sustratos y asegurarse firmemente a su anfitrión (Sze,)⁽¹⁾.

Tabla 8. Prueba de Tukey para el índice de diversidad (H') entre sustratos.

SUSTRATO	Valores medios DIVERSIDAD (H')
Epilítico	0.54**
Epifítico	0.89**

Además, existen ciertas tendencias de algunos organismos del perifiton a la preferencia por determinado sustrato, ya sea roca, tronco y lodo entre otros; la explicación a ello no es suficientemente clara, pero es posible

que tenga que ver con la naturaleza química del agua, el grado de rugosidad del sustrato y las estructuras adaptativas de adhesión que poseen los organismos que allí habitan (Wetzel, 2101)(6).

Tabla 9. Prueba de Tukey para el índice de riqueza de Margalef entre sustratos.

SUSTRATO	Valores medios RIQUEZA (DMg)
Epilítico	0.27***
Epifítico	0.45***

Las microalgas epifíticas presentan una relación con el sustrato vegetal, el cual les puede suministrar materiales orgánicos, y al mismo tiempo ellas se benefician de su posición en la columna de agua y pueden recibir la energía lumínica y los nutrientes. Es de resaltar que en el sustrato epilítico se presentó el mayor número de individuos, esto puede deberse, a que algunas microalgas filamentosas se extienden espacialmente y se anclan firmemente al sustrato, lo que les proporciona una forma flexible con movimientos en la dirección del agua, en cambio las microalgas que son más pequeñas presentan altas tasas reproductivas, compensando así sus grandes pérdidas por el arrastre, el vivir en la corriente del agua tiene ventajas ya que el flujo de agua

contribuye con la exposición de nutrientes frescos (Sze)⁽¹⁾. Las Bacillariophytas fueron las taxas más abundantes y se encontraron en todos los puntos de muestreo y en los sustratos; las diatomeas son algas unicelulares que pueden formar pequeñas colonias y llegar a cualquier hábitat del río arrastradas por el agua; por tanto pueden colonizar potencialmente cualquier lugar del río; esta estrategia hace que a pesar de la heterogeneidad del río, las comunidades de diatomeas que se desarrollan sean similares en todos los sitios (Ramírez-C.)⁽²⁷⁾, además para esta división se ha reportado una amplia heterogeneidad espacial y temporal, representadas en variaciones en la composición, biomasa y productividad (Goma et al.)⁽²⁸⁾.

Conjuntamente, las diatomeas se caracterizan por estar presentes durante todo el muestreo siendo principalmente *Navícula* sp la taxa más representativa en los dos sustratos, estas algas se caracterizan por crecer en ambientes oscuros y carentes de CO₂, debido a que poseen ciertas sustancias de alto valor energético y fácilmente digeribles (Ramírez,⁽²¹⁾ otra forma de diatomea pennada que presentó una densidad alta, fue *Cocconeis* sp aunque solo apareció en el mes de mayo en el sustrato epifítico, esta taxa suele encontrarse en las capas más internas del perifiton para evitar la herbivoría (Wetzel, Hernández-

Atilano. et al.)^(6, 7), otras tasas representativas durante el muestreo fueron: *Melosira* sp, *Cymbella* sp y *Gomphonema* sp. Estas se encontraron durante todo el proceso de colonización y presentan secreciones mucilaginosas, tamaños pequeños y rápida multiplicación, por lo que se consideran de estrategias-R (Gomá et al., 2002)⁽²⁸⁾ su alta distribución en el espacio se debe también a su elevada capacidad de colonizar aguas con algunos grados de perturbación (Ramírez,⁽²¹⁾

VARIABLES FÍSICO-QUÍMICAS Y CLIMATOLÓGICAS

Tabla 9. Valores promedio de las variables físico-químicas y climatológicas tomadas en el río Quindío.

MESES	FEBRERO	MARZO	MAYO	JUNIO
VARIABLES				
T° Agua (°C)	12.4	16.4	18.7	17.8
OD (mg/l)	5.7	7.5	6.2	6.6
(%) Saturación de oxígeno	84	98	92	96
Conductividad (uS/cm)	92.9	113.8	110.8	144.7
pH	5.725	5.177	5.080	4
Turbiedad (FAU)	32.6	31	22.8	5.2
Sólidos totales (mg/l)	134.5	273.1	190.8	240.2
DBO (mg/l)	2.6	1.1	0.7	3.5
Intensidad lumínica (LuX)	4.106,4	1.118	1.584,2	1.344,7
T° Ambiente (°C)	13.6	21.9	21.1	21.3
Humedad relativa (%)	73	81	90	85
Brillo solar (horas/ Luz)	65.8	94.1	49.7	59.5
Precipitación (mm)	67	218.3	345.3	72.2

La tabla 9. muestra los valores promedio de las variables físico-químicas y climatológicas, obtenidos durante los meses de febrero, marzo, mayo y junio del 2009; se observan valores generalmente altos de O₂

disuelto y una baja variación entre los muestreos, que obedece principalmente a la morfología del cauce, a la baja turbiedad y a la baja contaminación en la mayor parte del río. La turbiedad fue mayor en febrero,

debido, tal vez, a los cambios de partículas suspendidas circundantes y a la mayor concentración de sustancias causantes de la turbiedad, como los coloides y las arcillas, que aparecen debido a las fuertes lluvias que se registraron durante este mes; la temperatura del agua oscila entre 11°C y 19°C siendo valores normales para el funcionamiento de este sistema fluvial

El oxígeno disuelto oscila entre 3 y 9,5 mg/l y la conductividad entre 80 y 168 us/cm, donde el sitio 1 (Truchera) presentó los valores más altos de 8.5mg/l y 149 us/cm respectivamente. La temperatura del agua y del ambiente oscilaron entre 15 y 22°C ; para la turbiedad los valores oscilan entre 4 FAU y 94 FAU, donde el sitio 9 (Santa Elena) registró el valor más alto de 94 FAU y el valor más bajo fue para el sitio 1(Truchera) de 4 FAU. Los sólidos totales variaron entre 1152 mg/l y 38 mg/l, la DBO entre 5.6 y 0.3 mg/l, el pH entre 8 y 4 y la intensidad lumínica varió entre 480 y 1510 Lux.

Estos resultados difirieren un poco sobre los reportados por Bustamante y colaboradores ^(29, 30), debido a que los estudios fueron realizados en dos épocas distintas. Sin embargo, se consideran valores dentro de los rangos normales para sistemas fluviales andinos.

Desde el punto de vista físico-químico se puede decir que el río Quindío se encuentra en aceptables condiciones de calidad del agua, las cuales corresponden a sistemas lóticos oligotróficos a mesotróficos, propios de ríos de montaña neotropical ⁽²⁾. Lo anterior no quiere decir que esta sea “agua potable”, pues este es

un concepto relacionado con las características sanitarias y microbiológicas, por tanto podemos decir que son “aguas de buena calidad”, permitiendo al ecosistema del río Quindío albergar diferentes comunidades bióticas como las algas perifíticas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos al programa académico de Licenciatura en Biología y Educación Ambiental y al personal del laboratorio de Aguas y Ambiental de la Universidad del Quindío, por su colaboración y apoyo incondicional.

BIBLIOGRAFÍA

1. Sze Philip. 1997. *Biology of the algae. Third edition.* WCB/McGraw-Hill. 278p
2. Roldán G. 1992. *Fundamentos de Limnología Neotropical.* Editorial Universidad de Antioquia. Medellín-Colombia. 529 p
3. Allan JD. 1995. *Stream Ecology. Structure and Function of Running Waters.* Champman y Hall. University of Michigan E.U.A
4. Hanson LA. 1990. Quantifying the impact of periphytics algae on nutrient viability for phytoplankton. *Freshwater Biology* 24: 265-273
5. Massert E, Amblard C, Bourdier G. 1998. *Changes in the structure and metabolic activities of periphyton communities in a stream receiving treated sewage from a waste*

- stabilization pond. Water Research*, 32(8):2299-2314.
6. Wetzel R. G. 2001. *Limnology of Lake and River Ecosystems*. 3rd ed Academic Press, New York.
 7. Hernández-Atilano E., Aguirre N., Palacio J. 2005. *Variación Espacio-temporal de las estructura de la comunidad perifítica en la microcuenca de la quebrada la vega, municipio de San Roque (Antioquia), Colombia. Actual Biol.* 27(82): 67-77
 8. Moreno, L.F. 1989. *Colonización del perifiton en tres embalses del oriente Antioqueño*. Tesis de pregrado. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. 130p
 9. Donato, R.J., G.E. González & M.L. Rodríguez. 1996. *Ecología de Dos Sistemas Acuáticos de Páramo*. Universidad Javeriana, Santafé de Bogotá, Colombia. 164p.
 10. Sierra O., Ramírez R., Marín V., 2004. *Dinámica temporal de la comunidad fitoplanctónica y variables físicas y químicas asociadas en lago Santander (Río Negro, Colombia). actual Biol.* 26(80): 30-38.
 11. Martínez, L. F. y Donato J. CH. 2003. *Efecto del caudal sobre la colonización de algas de un río de alta montaña tropical (Boyacá, Colombia)*. Revista Caldasia 25(2): 337-354.
 12. Abuhata, Y.A. Geove, S.S y Asprilla, S. 2004. *Estudio comparativo sobre la colonización del perifiton en dos sustratos, quebrada La Francisca, Municipio de Quibdó*. Revista institucional de la Universidad Tecnológica de Choco. No 21: 40-45.
 13. Jaramillo 1997. *Evaluación Preliminar del Estado de los Recursos Naturales en el Departamento del Quindío*. CRQ.
 14. APHA, AWWA & WEF. 1998. *Standart Methods for the examination of water and wastewaters*. New York. USA.
 15. Ros J. 1979. *Prácticas de ecología*. Edit. Omega S.A Barcelona.
 16. Streble, H. y Krauter, D. 1990. *Atlas de los organismos de agua dulce*. Ed. Omega S.A. Barcelona España.
 17. Guzmán de P. 1993. *Catalogo de Organismos Fitoplanctónicos Identificados en el Río Guayas*. Instituto Nacional de Pesca boletín científico y Técnico. Vol XII N4 pp99
 18. Acleto O. y Zúñiga A. 1998. *Introducción a las Algas*. Editorial Escuela nueva. Lima, Perú. 383p
 19. González de I., A. 1998. *El plancton de las Aguas Continentales*. Secretaria general de la OEA. Washington D.C
 21. Ramírez J. J. 2000. *Fitoplancton de agua dulce: aspectos ecológicos, taxonómicos y sanitarios*. Ed. Universidad de Antioquia. Medellín-Colombia. pp 217.
 21. Lobo, E. A., Callegaro, V. L., Hermany, G., Bes, d., Wetzel, C. E., Oliveira, M.A. 2004. *Epilithic diatoms as bioindicator of eutrophication of*

- lotic systems of southern Brazil*. Acta Limnologica Brasiliensia, V. 16, No 1:25-40
22. Shannon, C.E. & W. Weaver. 1949. *The mathematical theory of communication*. Illinois, Urbana. EEUU. 117 p.
23. Margalef, R. 1983. *Limnología*. Omega, Barcelona. España. 951 p.
24. Simpson, E.H. 1949. Measurement of diversity. Nature. 1 63: 698.
25. Pérez-López, F.J. y F.M. Sola-Fernández, 1993: SIMIL: *Programa para el cálculo de los índices de similitud*. [Programa informático en línea]. Disponible desde Internet en: <<http://perso.wanadoo.es/jp-l/descargas.htm>>.
26. Cruz V., Salazar P. 1989. *Biomasa y producción primaria del perifiton en una sabana inundable de Venezuela*. Rea. Hydrobiol. trop. 22 (3): 213-222
27. Ramírez C Angélica M., Plata-Díaz Yasmín. 2009. *Diatomeas perifíticas en diferente tramos de dos sistemas lóticos de alta montaña (Páramo de Santurbán, Norte de Santander, Colombia) y su relación con las variables ambientales*. Acta biol. Colomb., Vol. 13 No. 1: 199-216
28. Gomà j., Cambra j., Tudesque l. y Ector l. 2002. *Red de Diatomeas En La Cuenca Del Ebro Campaña de Muestreo Verano 2102*. Dept. Biología Vegetal. Universitat de Barcelona. CREBS pp37
29. Bustamante, C. A., Torres, S. L., Dávila, C.A. y Ortiz, J. F. 2009. *Estudio preliminar de la Composición y abundancia del fitoperifiton en el río Quindío*. Revista de Investigaciones Universidad del Quindío. 18: 15-21.
30. Bustamante, C. A., Monsalve, E. A. y García, P. L. 2009. *Análisis de la calidad del agua en la cuenca media del río Quindío con base en índices físico-químicos y biológicos*. Revista de Investigaciones Universidad del Quindío. 18: 22-31.