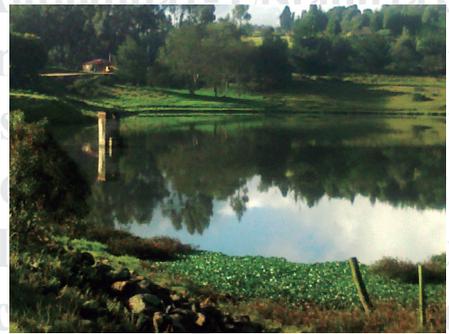


BIOTA COLOMBIANA

ISSN 0124-5376

Volumen 15 • Número 2 • Especial embalses y ríos regulados
Julio - diciembre de 2014



Dinámica espacial y temporal de los géneros ficoperifíticos del río La Miel (cuenca del río Magdalena), aguas abajo del embalse Amaní (Caldas, Colombia), entre 2006 y 2009

Mónica Tatiana López-Muñoz y Clara María Pérez-Gallego

Resumen

El río La Miel es un tributario de la cuenca del Magdalena (Colombia) y el principal afluente del embalse Amaní. Con el objetivo de establecer la dinámica espacial y temporal de la densidad y riqueza de los géneros algales del ficoperifiton aguas abajo del embalse, se analizaron datos obtenidos cada dos meses entre 2006 y 2009, en siete estaciones (cinco en el cauce principal y dos en ríos afluentes). Se registraron 130 géneros y 15 clases, de las cuales Cyanophyceae y Bacillariophyceae fueron las más representativas en densidad y frecuencia. Tanto la densidad como la riqueza genérica presentaron variaciones significativas en la dimensión espacial, pero no diferenciaron las estaciones de los afluentes sobre el río La Miel y no mostraron un patrón claro de variación relacionado con los periodos hídricos. Sin embargo, se observaron cambios de la riqueza entre muestreos y una clara asociación entre la comunidad y parámetros relacionados con la dinámica hídrica. Se concluye que aunque las variables analizadas no están limitadas por la descarga, otras características estructurales de la comunidad tales como la composición taxonómica y la diversidad son afectadas, especialmente en el sitio de influencia directa de este proceso.

Palabras clave. Algas perifíticas. Hidroeléctrica. Río regulado. Embalses.

Abstract

La Miel River is a tributary of the Magdalena basin and the main tributary of the Amaní reservoir. In order to establish the spatial and temporal dynamics of periphytic algae genera downstream of the reservoir, data collected every two months between 2006 and 2009, at seven sampling sites (five in the main channel and two tributaries) were analyzed. 130 genera and 15 classes were recorded, Cyanophyceae and Bacillariophyceae being the most representative in density and frequency. Both the generic density and richness showed significant variations in the spatial dimension, but did not differentiate the sampling sites on the La Miel River from those in tributaries and did not show a specific pattern related to hydrological seasons; but changes of richness were observed between samples and a association between the algal community and parameters related to water dynamics was found. We conclude that although the variables analyzed are not limited by the discharge, other structural characteristics of the community such as the taxonomic composition and diversity are affected, especially at the site of direct influence of this process.

Key words. Periphytic algae. Hydroelectric. Regulated river. Reservoir.

Introducción

En las últimas décadas el ficoperifiton ha sido intensamente estudiado a nivel mundial, tanto por su amplio reconocimiento como indicador ambiental de la calidad de los sistemas acuáticos, como por su función como productor primario y por ser un componente fundamental en los ciclos biogeoquímicos de dichos sistemas (Stevenson *et al.* 1996, Roldán y Ramírez 2008).

El desarrollo de esta comunidad es función de diversos factores, entre los que se destacan la disponibilidad de luz, la temperatura, la transparencia, el tipo y disponibilidad de los sustratos, la dinámica del agua, las concentraciones de nutrientes y materiales disueltos (fósforo, nitrógeno, sílice, carbono, calcio, hierro y cobre, entre otros), el pH y el pastoreo (Biggs 2000, Stevenson *et al.* 2006, Roldán y Ramírez 2008).

En ríos regulados, se ha encontrado generalmente una correlación negativa entre las fuertes descargas de agua y la riqueza y biomasa algal (Acs y Kiss 1993, Zębek 2013). Sin embargo, se ha evidenciado que cuando las descargas generan nuevos hábitats para la colonización perifítica, se puede presentar un aumento en la riqueza (Zębek y Szymanska 2014).

Según Montoya-Moreno y Aguirre (2013), en los últimos 40 años se han realizado en algunas regiones colombianas numerosos estudios sobre las algas perifíticas, que han generado un conocimiento preliminar de la composición, estructura y dinámica de esta comunidad en diferentes sistemas acuáticos o humedales (p. e. embalses, ríos, ciénagas y lagos de inundación) y ante diversas condiciones ambientales. De esta manera, se ha establecido que las diatomeas, clorofitas, cianofitas y euglenofitas son los grupos predominantes en las comunidades ficoperifíticas y que características tales como el caudal, el tipo de hábitat, la conductividad eléctrica, el pH, el potencial redox y los usos del suelo son altamente influyentes en la estructura y dinámica de dichas comunidades en los sistemas lóticos.

No obstante lo anterior y pese al creciente número de embalses en Colombia (Roldán y Ramírez 2008), hasta ahora no se ha publicado información sobre

cuerpos de agua en los que su caudal ha sido regulado por la descarga de este tipo de sistemas. Por esta razón y para responder a la pregunta ¿cómo varían espacial y temporalmente la densidad y riqueza de los géneros del ficoperifiton aguas abajo del embalse Amaní y cuál es su relación con la descarga de la Central Hidroeléctrica Miel I?, se realizó la recopilación y análisis de la información obtenida por Isagen S. A. entre 2006 y 2009.

Debido a que las velocidades altas de las corrientes afectan el crecimiento y la producción del perifiton por la acción del lavado, la abrasión y la turbidez, limitan el establecimiento de numerosos organismos, disminuyen la solubilidad y disponibilidad de sustancias disueltas, tales como el oxígeno y los nutrientes (Roldán y Ramírez 2008); y de acuerdo con los resultados de diferentes estudios en ríos de caudal regulado (mencionados anteriormente), se prevé que en los periodos de mayor caudal, así como en las estaciones de muestreo directamente influenciadas por las descargas de la central, la comunidad presente menor densidad y riqueza de géneros ficoperifíticos.

Material y métodos

Área de estudio

El río La Miel está localizado en el oriente del departamento de Caldas (Colombia), en la vertiente oriental del ramal central de la cordillera de los Andes. Tiene un área total de 2367 km² y pertenece a la gran cuenca del río Magdalena. Su nacimiento se ubica en La Cuchilla de La Picota (aproximadamente a 3600 m s.n.m.) en el municipio de Pensilvania (Caldas) y luego de 104 km de recorrido suroeste – noreste, desemboca en en la margen izquierda del cauce del río Magdalena a 146 m s.n.m. (Isagen S.A. 2007).

Sobre este río y después del embalse Amaní que surte a la Central Hidroeléctrica Miel I, se establecieron cinco estaciones de muestreo en el continuo del río, para evaluar los efectos de la presa y el agua turbinada en el cauce: Puente Hierro (ubicada aguas abajo de la presa, en el tramo anterior a la descarga de turbinas), Túnel de Fuga (que corresponde al sitio de salida del agua

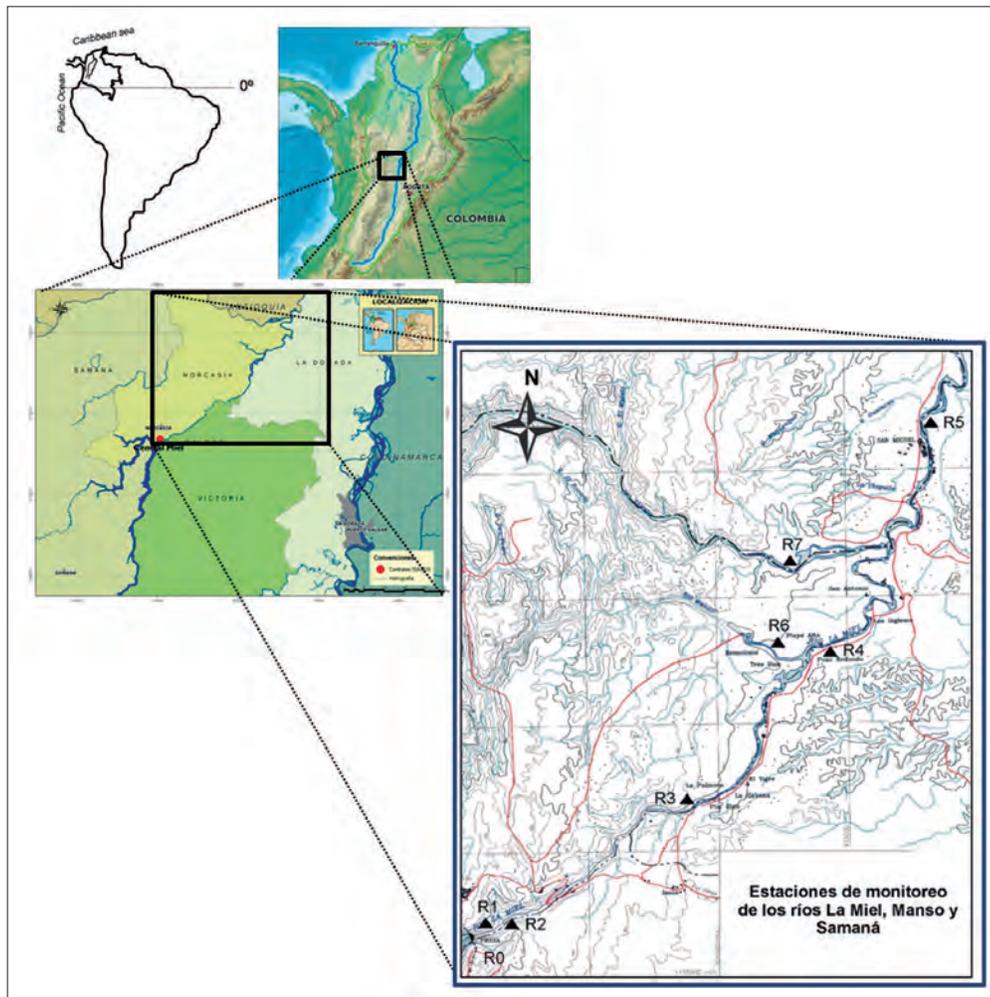


Figura 1. Ubicación geográfica de la cuenca del río La Miel y de las estaciones de monitoreo. **R1:** Puente hierro. **R2:** Túnel de fuga. **R3:** La Palmera. **R4:** La Cachaza. **R5:** San Miguel. **R6:** río Manso. **R7:** río Samaná. Fuente: Isagen S. A. 2007.

turbinada), La Palmera, La Cachaza y San Miguel. Adicionalmente, se establecieron dos estaciones más en los ríos tributarios Manso y Samaná, antes de su confluencia con el río La Miel, como sitios de control (Figura 1). En la tabla 1 se especifican algunas de las características físicas en las estaciones de muestreo (Isagen S.A. 2010, 2011).

Material y métodos

Para este análisis se utilizaron los resultados de las variables físicas y químicas y los listados de composición y densidad (individuos.cm⁻²) del ficoperifiton, obtenidos por Isagen S.A., a través de

diferentes instituciones consultoras, en monitoreos realizados cada dos meses en las estaciones de muestreo, durante el periodo comprendido entre 2006 y 2009.

El muestreo del perifiton se realizó en 10 sustratos inmersos en el lecho de la corriente, distribuidos en trayectos longitudinales aproximados de 150 m en cada estación. Con cepillos plásticos (uno para cada estación) se removió el material adherido a diferentes sustratos utilizando como unidad de área cuadrantes de 10 cm², hasta obtener un área de 100 cm² de raspado. Las muestras colectadas se fijaron con solución de lugol al 10% y se mantuvieron en oscuridad hasta el análisis.

Tabla 1. Características de las estaciones de muestreo sobre el río La Miel y en los afluentes ríos Manso y Samaná.

Estación	Localización	Caudal medio histórico 2006-2009 (m ³ .seg ⁻¹)	Velocidad del agua (cm.seg ⁻¹)	Principales componentes del lecho	Incidencia de luz	
Río La Miel	Puente Hierro	05°34'13"N-74°21'39"O	0,86 ± 0,13	0,40 ± 0,12	Rocas, guijarros, arena	Alta transparencia, sombreado aprox. 50%
	Túnel de Fuga	05°34'36"N-74°51'08"O	88,06 ± 72,09	2,30 ± 0,90	Rocas, guijarros	Alta transparencia, sombreado aprox. 80%
	La Palmera	05°36'37"N-74°47'58"O	98,65 ± 73,23	1,40 ± 0,80	Rocas, guijarros	Alta transparencia, sombreado aprox. 30%
	La Cachaza	05°39'45"N-74°46'02"O	140,11 ± 84,32	1,60 ± 0,70	Grava, arena	Baja transparencia, sombreado ausente
	San Miguel	05°45'16"N-74°42'52"O	328,85 ± 181,98	2,00 ± 0,60	Grava, arena	Baja transparencia, sombreado ausente
Tributario	Río Manso	05°39'30"N-74°46'36"O	19,62 ± 16,51	1,60 ± 0,50	Grava, arena	Alta transparencia, sombreado ausente
	Río Samaná	05°41'34"N-74°46'43"O	182,09 ± 130,94	1,60 ± 0,50	Guijarros, grava, arena	Baja transparencia, sombreado ausente

La determinación taxonómica se realizó mediante las claves e ilustraciones de Prescott (1962), Bicudo y Bicudo (1970), González (1988), Cox (1996), Ramírez (2000), Menezes y Alves (2001) y Bicudo y Menezes (2006). Debido a que para la identificación solo se utilizó microscopía óptica y no se realizaron medidas de los organismos, ni se eliminó la materia orgánica de las muestras (para el caso específico de las diatomeas), que facilitan la determinación hasta el nivel de especie, este análisis se realizó con la categoría de género como máximo nivel taxonómico.

El conteo algal se realizó en cámaras de Kolwitz bajo microscopio invertido, a una magnificación total de 400 X, en 30 campos, siguiendo la metodología de campos al azar y los resultados se reportaron en individuos.cm⁻². Cada taxón fue clasificado de acuerdo con su abundancia y frecuencia como dominante, común, ocasional o raro, según la prueba de asociación de Olmstead y Tukey (1947).

Los resultados de densidad y riqueza ficoperifítica se evaluaron mediante análisis descriptivos y

exploratorios, por medio de estadísticos de tendencia central y de dispersión absoluta y relativa. La variación espacial (estaciones de muestreo) y temporal (periodos de muestreo) de la comunidad, se analizó mediante pruebas no paramétricas utilizando los contrastes de Kruskal-Wallis, la mediana y la prueba de Mann-Whitney, las cuales se ejecutaron en el programa SPSS (versión 11,5). Estas pruebas se verificaron con un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

Para detectar agrupaciones de acuerdo con los factores de análisis definidos (estaciones y periodos de muestreo) y establecer la influencia de las variables físicas y químicas (periodo hídrico, oxígeno disuelto, pH, conductividad eléctrica, temperatura, DBO, DQO, concentraciones de sólidos, turbiedad, fosfatos, nitratos, hierro total, alcalinidad, dureza total y sulfuros) sobre los géneros dominantes del ficoperifiton, se realizó un Análisis de Correspondencia Canónica (CCA), previo Análisis "Destendenciado" (DCCA); mediante el programa CANOCO (versión 4,5). La totalidad de los datos se transformaron mediante raíz cuadrada, para reducir la heterogeneidad de las varianzas y se normalizaron antes de los análisis.

Resultados

Se registraron 130 géneros agrupados en 77 familias, 38 órdenes, 15 clases y ocho divisiones algales. El 16,15% de los taxones reportados (21) presentaron valores de frecuencia y densidad superiores a la media, por lo que según la prueba de asociación de Olmstead y Tukey (1947), fueron catalogados como dominantes (Anexo 1). Entre ellos, sólo los géneros de diatomeas *Cymbella*, *Fragilaria*, *Gomphonema*, *Navicula*, *Nitzschia* y *Ulnaria*, la Cyanophyta *Oscillatoria* y la Carophyta *Spirogyra* se encontraron en todos los años de estudio.

Las clases taxonómicas más representativas tanto en frecuencia como en densidad fueron Cyanophyceae y Bacillariophyceae. La primera de ellas, especialmente en las estaciones Túnel de Fuga, La Cachaza, río Manso, río Samaná y San Miguel y la segunda en la estación Puente Hierro (Figura 2).

La densidad total presentó un intervalo entre 367,71 y 26212941,08 ind.cm⁻² (Anexo 2), un valor medio de 224933,42 ind.cm⁻² (CV=927,98%) y una

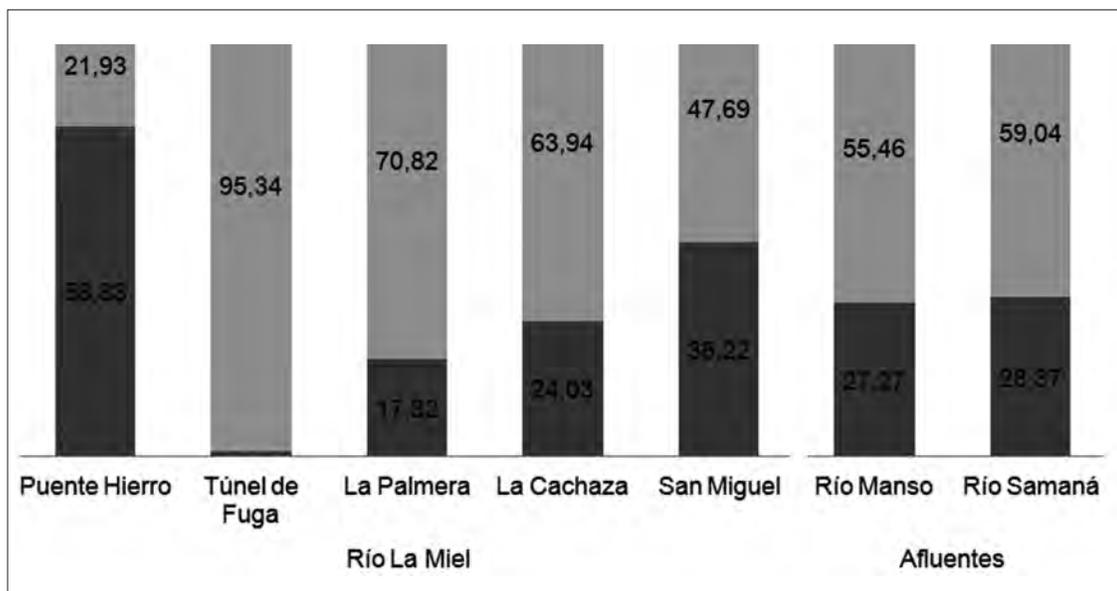


Figura 2. Densidad relativa de las clases taxonómicas ficoperifíticas en las estaciones de muestreo del río La Miel aguas abajo del embalse Amaní y los afluentes ríos Manso y Samaná entre 2006 y 2009.

mediana de 20966,98 ind.cm⁻², e indicó diferencias estadísticamente significativas en la dimensión espacial ($r^2=28,26$; $p=0,00$), mientras a nivel temporal no se evidenció este comportamiento ($r^2=10,82$; $p=0,06$).

En la mayoría de los muestreos realizados en las estaciones Puente Hierro, Túnel de Fuga, La Palmera y río Samaná, los valores de densidad fueron superiores a la media y la mediana de esta variable (debido a que la distribución de este factor fue altamente asimétrica, y la figura se graficó con el resultado de la mediana para lograr una mejor observación); mientras en La Cachaza, San Miguel y río Manso, más del 50% de los resultados estuvieron por debajo de estas medidas (Figura 3 y Anexo 3).

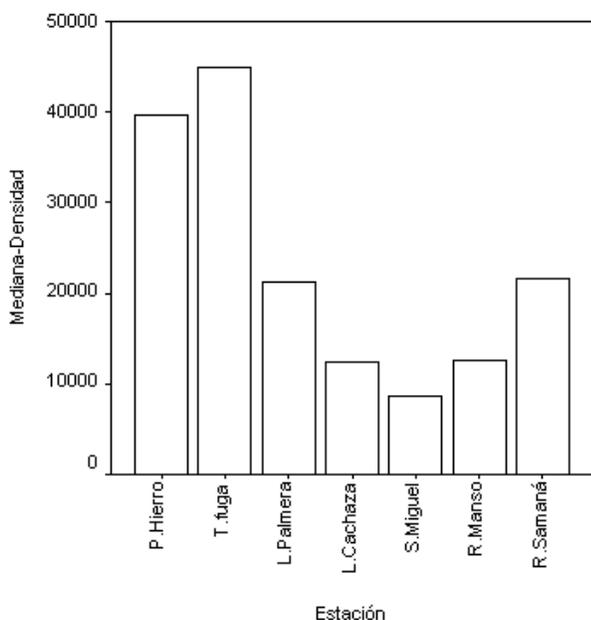


Figura 3. Mediana de la densidad total (ind.cm⁻²) en las estaciones de muestreo del río La Miel aguas abajo del embalse Amaní y los afluentes ríos Manso y Samaná entre 2006 y 2009.

La riqueza varió entre 3 y 36 taxones (Anexo 2), presentó un valor medio de 17,78 (CV=38,89%) y una mediana de 17 taxones. Esta variable indicó diferencias estadísticamente significativas en la dimensión espacial ($r^2=25,68$; $p=0,00$), pero no en la temporal ($r^2=3,52$; $p=0,32$). De manera similar al comportamiento observado para la densidad, en las

estaciones Puente Hierro, Túnel de Fuga, La Palmera y río Samaná, la mayor parte de los resultados fueron superiores al valor medio de riqueza (Figura 4 y Anexo 3).

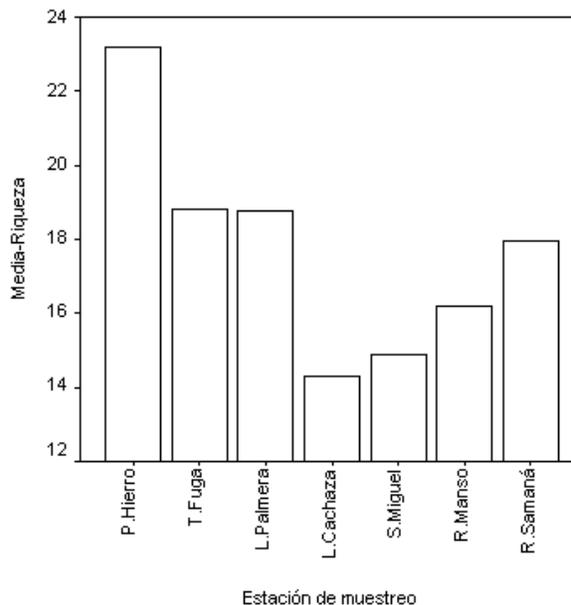


Figura 4. Media de la riqueza (S) en las estaciones de muestreo del río La Miel aguas abajo del embalse Amaní y los afluentes ríos Manso y Samaná entre 2006 y 2009.

El Análisis de Correspondencia Canónica detectó una relación predictiva entre algunas de las características del agua y ocho de los géneros dominantes del ficoperifiton ($F\text{-ratio}=3,25$; $p=0,00$; número de permutaciones= 499) y explicó el 92,70% de la variación de los datos en los cuatro componentes del análisis, con un 59,10% en el primer eje y un 76,70% acumulado en el segundo (Anexo 4 y Figura 5).

Este análisis indicó una relación directa entre las concentraciones de sólidos disueltos totales y de sulfuros con los géneros *Peridinium* y *Phormidium* y asociaciones inversas entre dichos factores y los géneros *Anabaena* y *Characium*, así como entre el caudal y la concentración de oxígeno disuelto con los géneros *Cosmarium* y *Spirogyra* (Figura 5). Los demás géneros considerados presentaron aportes inferiores al 0,5 de la varianza en los dos primeros ejes. En relación con los factores de agrupación (estaciones y periodos de muestreo), los muestreos analizados no conformaron grupos claros.

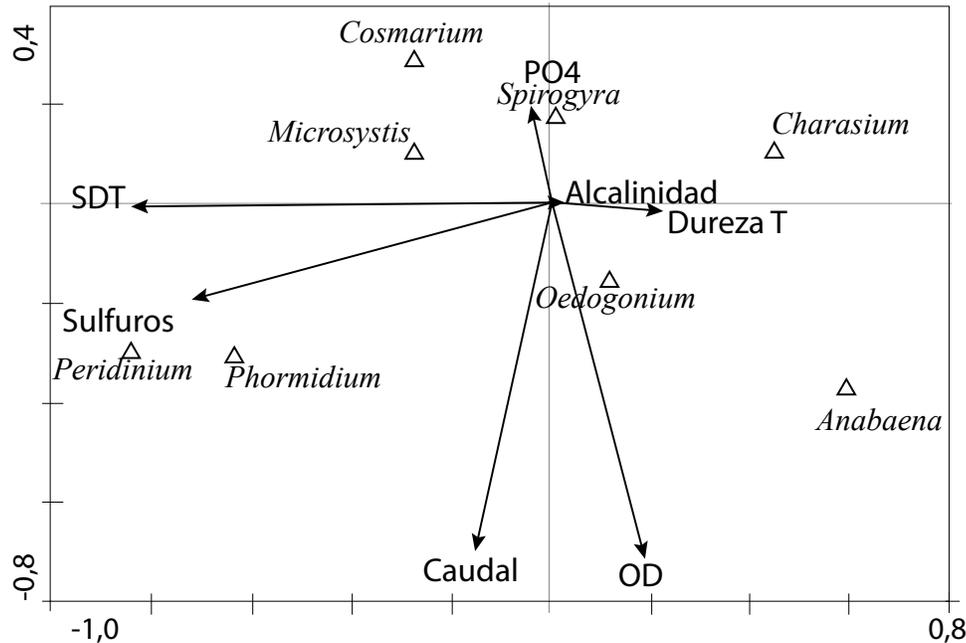


Figura 5. Diagrama de ordenación mediante ACC de los géneros ficoperifíticos dominantes y las variables ambientales de mayor aporte a la varianza en el río La Miel aguas abajo del embalse Amaní y los afluentes ríos Manso y Samaná entre 2006 y 2009.

Discusión

La alta representatividad de géneros de Cyanophyceae y Bacillariophyceae en el ficoperifiton de sistemas lóticos ha sido documentada por diversos autores (Ramírez y Viña 1998, Rivera-Rondón y Díaz-Quiroz 2004, Müllner y Schagerl 2003, Hernández y Nates 2005, Allan y Castillo 2007, entre otros), que indican que algunas de las condiciones que favorecen la proliferación de estos grupos algales en el perifiton son las características morfológicas que les facilitan la adhesión a los sustratos (p. e. alta densidad, matrices y/o pedúnculos de mucílago), sus áreas amplias de distribución y su eficiencia reproductiva alta.

No obstante lo anterior, en el perifiton es más común la predominancia de diatomeas (Montoya-Moreno y Aguirre 2013), lo cual se debe –entre otras razones– a que muchos de los géneros que conforman este grupo colonizan los sustratos desde las primeras etapas de la sucesión y permanecen a lo largo de este proceso y a que los tamaños de muchos de los organismos permiten la colonización en superficies pequeñas, por

lo que presentan ventajas competitivas en sitios de flujo de corriente (Moschini *et al.* 1998, Lima 2009, Rodrigues *et al.* 2003).

De esta forma, la mayor densidad de Cyanophyceae en seis de las siete estaciones analizadas (excepto en Puente Hierro), puede relacionarse con la influencia frecuente de factores de perturbación que controlan la biomasa ficoperifítica (p. e. variaciones constantes de la transparencia y el nivel del agua, las cuales fueron observadas a lo largo del estudio), pues según Biggs (1996) esta condición favorece su dominancia, debido a la amplia tolerancia ambiental de los géneros que conforman el grupo. Además, Komárek (2003) indica que la proliferación de algas de esta división está significativamente relacionada con la intensidad de luz, lo que sumado a lo anterior puede favorecer un mayor desarrollo en los sitios con menos cobertura vegetal sobre las márgenes, como es el caso de las estaciones La Cachaza, San Miguel, río Manso y río Samaná.

En relación con la dinámica ficoperifítica, se observó que los factores analizados (densidad y riqueza) presentaron una tendencia temporal relativamente homogénea, mientras que en la dimensión espacial se registró una clara variación que separó dos grupos de estaciones: uno conformado por los sitios con mayores valores medios para ambas variables (Puente Hierro, Túnel de Fuga, La Palmera y río Samaná) y el segundo compuesto por las estaciones en las cuales dichos parámetros presentaron menores valores medios (La Cachaza, San Miguel y río Manso).

Según Montoya-Moreno (1998), Fayolle *et al.* (1999), Bertrand *et al.* (2001), Martínez y Donato (2003), Ramírez y Plata-Díaz (2008), Zapata y Donato (2008), entre otros, el caudal del agua y las variaciones en el flujo son factores que limitan el desarrollo perifítico. De acuerdo con esto, el resultado obtenido – especialmente en relación con las estaciones Túnel de Fuga y río Manso –, dista un poco del esperado, pues el río Manso es un sistema no regulado, con poco caudal y baja velocidad del agua (Tabla 1), en el que las algas no están limitadas por dichos factores; mientras Túnel de Fuga es el sitio más influenciado por las descargas; es decir, donde las variaciones de flujo son más fuertes y constantes y la velocidad media del agua es mayor (Tabla 1), por lo que se esperaba una comunidad ficoperifítica de baja riqueza y densidad.

De esta manera, es posible que características tales como el tamaño, disponibilidad y estabilidad de los sustratos (determinados en este caso por los componentes del lecho) ejerzan una mayor influencia que el caudal y las variaciones del flujo en la riqueza y densidad de dichas comunidades, tal como lo referencian Sand-Jensen (1983), Salazar (1989) y Díaz-Castro *et al.* (2008), pues entre los grupos de estaciones es evidente que esa condición del hábitat es relativamente común, ya que en los sitios del primero (Puente Hierro, Túnel de Fuga, La Palmera y río Samaná), se encuentran algunos componentes del lecho de mayor tamaño (guijarros y/o rocas) que además de brindar más área de superficie para la colonización, son menos inestables ante los movimientos del agua.

De todas formas, la dominancia alta de Cyanophyceae en la estación Túnel de Fuga (Figura 2) evidencia una condición alterada en este sitio, probablemente determinada por las descargas de la central, pues como

se mencionó anteriormente, estas algas presentan ventajas competitivas en sistemas bajo frecuentes cambios ambientales y en este sentido, los resultados sugieren que el efecto de dicha intervención opera más sobre la composición y diversidad de la comunidad ficoperifítica, que sobre la densidad y la riqueza (parámetros evaluados en este estudio). Esto puede dilucidarse además por la disminución paulatina de la dominancia entre las estaciones aguas abajo de la descarga. Adicionalmente, en el caso particular de Túnel de Fuga, el resultado obtenido también puede deberse a una baja presión por pastoreo, pues allí se evidenció la menor abundancia de macroinvertebrados acuáticos en todo el periodo de estudio (Isagen 2011).

Los resultados del análisis de correspondencia canónica sugieren que la dinámica ficoperifítica tiene una tendencia influenciada por las variaciones en el flujo del agua, pues los parámetros de mayor aporte a la varianza (especialmente el caudal y las concentraciones de oxígeno disuelto, sólidos disueltos totales y sulfuros), están estrechamente relacionados con tales variaciones. De otro lado, el hecho de que el análisis multivariado no haya reflejado una distribución temporal ni espacial, puede obedecer a que el estudio se realizó considerando al género como máxima categoría taxonómica, pues en muchos casos, especies congénéricas presentan respuestas ambientales totalmente opuestas (Pinilla 2000) y en consecuencia, es altamente probable que una investigación a nivel de especies muestre diferencias en alguna o ambas de las dimensiones evaluadas (tiempo y espacio), especialmente cuando se analice su dinámica en función de las variaciones en el flujo del agua, lo cual evidenciaría con mayor precisión el efecto de la descarga sobre la estructura del ficoperifiton.

Conclusiones

La relativa similitud temporal de los atributos evaluados para la comunidad ficoperifítica (densidad y riqueza), así como entre las estaciones Puente Hierro (la cual es poco afectada por la generación), río Samaná (tributario del río La Miel que no recibe influencia de la operación), Túnel de Fuga y La Palmera (las dos estaciones más afectadas por la central hidroeléctrica), sugieren que la regulación

del río y los cambios generados por las descargas no limitan la proliferación algal, siendo posiblemente algunas características ambientales no contempladas en el estudio (disponibilidad, estabilidad y calidad de los sustratos, incidencia de luz, entre otros) o cuyos efectos se manifiestan en periodos de tiempo menores (deriva, pastoreo, etc.), los factores determinantes en estos parámetros.

No obstante, algunas características estructurales tales como la composición taxonómica y la diversidad ficoperifítica si parecen ser afectadas por la descarga, o por los efectos que este proceso genera en otras comunidades, especialmente en la estación Túnel de Fuga, donde se observó una dominancia alta de organismos ampliamente tolerantes a las variaciones ambientales, lo cual –entre otras razones–, puede estar relacionado con la poca presión por pastoreo ejercida por los macroinvertebrados acuáticos, los cuales son muy impactados por esta perturbación.

Finalmente, aunque la hipótesis sobre la disminución de la riqueza y la densidad del ficoperifiton en temporadas de mayor caudal, o en las estaciones más influenciadas por la regulación del río La Miel aguas abajo del embalse Amaní, puede ser rechazada con los resultados obtenidos en este estudio, es necesario destacar que otras características estructurales de la comunidad como la composición taxonómica y la diversidad, son claramente afectadas. Es evidente además, que para establecer con mayor precisión el impacto de la regulación sobre esta comunidad, es imperioso realizar los estudios con un mayor rigor en la determinación taxonómica.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo económico y la autorización para publicación de ISAGEN S.A., a Luz Fernanda Jiménez por los valiosos aportes y comentarios para la elaboración de esta investigación y a Isabel Cristina Gil Guarín por la traducción al inglés del resumen.

Los resultados de esta investigación provienen del convenio No. 46/3296 financiado por ISAGEN S.A.

Literatura citada

- Acs, E. y K. T. Kiss. 1993. Effects of water discharge on periphyton abundance and diversity in large river (River Danube, Hungary). *Hydrobiologia* 249: 125-133.
- Allan, J. y M. Castillo. 2007. Stream ecology. Second Edition. Springer. The Netherlands. 436 pp.
- Bertrand, C., V. Siauve, S. Fayolle y A. Cazaubon. 2001. Effects of hydrological regime on the drift algae in a regulated Mediterranean river (River Verdon, southeastern France). *Regulated Rivers: Research and Management* 17: 407-416.
- Biggs, B. J. F. 1996. Patterns in benthic algae of streams. Pp: 31-56. En: Stevenson, R. J., M. I. Bothwell y R. I. Lowe (Eds.). *Algal Ecology*. San Diego: Ecosystems. Academic Press. USA.
- Biggs, B. J. F. 2000. Eutrophication of streams and rivers: dissolved nutrient-chlorophyll relationships for benthic algae. *Journal of the North American Benthological Society* 21: 17-31.
- Bicudo, C. y R. Bicudo. 1970. Algas de águas continentais brasileiras. Fundação Brasileira para o desenvolvimento do Ensino de Ciências. São Paulo. 157 pp.
- Bicudo, C. y M. Menezes. 2006. Gêneros de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições. São Carlos. 489 pp.
- Cox, E. J. 1996. Identification of freshwater Diatoms from live Material. Chapman & Hall, Londres. 158 pp.
- Díaz-Castro, J. G., B. Rider-Forsberg, J. E. Cavalcante da Silva y A. C. dos Santos. 2008. Fatores controladores da biomassa do ficoperifiton no Rio Jaú – Parque Nacional do Jaú (Amazônia Central). *Revista de Biología e Ciências da Terra* 8 (2): 93-104.
- Fayolle, S., A. Cazaubon y K. Comte. 1999. Responses and adaptative strategy of epilithic algae communities to different hydrological regimes. *Comptes Rendus de l'Académie Sciences., Serie III de la Vie-Life Science* 322 (5): 413-422.
- González de Infante, A. 1988. El plancton de las aguas continentales. O. E. A. Monografía No 33. Serie Biología. Washington D. C. 130 pp.
- Hernández, C. y J. Nates. 2005. Aspectos biológicos y ecológicos del humedal Tibanica. Pp. 35-72- En: Cap. III. Componente ecológico del humedal Tibanica. Plan de manejo ambiental del parque ecológico Distrital humedal Tibanica. Secretaría del Medio Ambiente. Bogotá.
- Isagen S. A. ESP. 2007. Monitoreo limnológico e hidrobiológico para el embalse Amaní-río La Miel y afluentes principales en el sector aguas abajo de la presa de la central hidroeléctrica Miel I, año 2006. Informe final. Universidad Católica de Oriente. **XX pp.**

- Isagen S. A. ESP. 2010. Monitoreo limnológico e hidrobiológico para el embalse Amaní-río La Miel y afluentes principales en el sector aguas abajo de la presa de la central hidroeléctrica Miel I, años 2008 y 2009. Informe final. Universidad Católica de Oriente.
- Isagen S. A. ESP. 2011. Dinámica de la comunidad de peces en la cuenca baja del río La Miel, bajo diferentes escenarios hidrológicos . Producto 1: análisis de la información física, química y biológica disponible para el periodo 2002- 2009 para la cuenca baja del río La Miel. Informe final. Universidad de Antioquia.
- Komárek, J. 2003. Coccoid and Colonial Cyanobacteria. Pp: 59-116. *En: Wehr, J., R. Sheath (Eds.). Fresh Water Algae of North America. Ecology and Classification.* Academic Press. USA.
- Lima, A. T. S. 2009. Colonização ficoperifítica em substrato artificial em riacho do semi-árido paraibano. Dissertação do Mestrado. Campina Grande: PRODEMA/ UFPB/ UEPB.
- Martínez, L. y J. C. Donato. 2003. Efectos del caudal sobre la colonización de algas en un río de alta montaña tropical (Boyacá, Colombia). *Caldasia* 25 (2): 337-354.
- Menezes, M., I. Alves. 2001. Biodiversidade de algas de ambientes continentais do Estado do Rio de Janeiro. Brasil. 254 pp.
- Montoya-Moreno, Y. 1998. Variación en la estructura de la comunidad perifítica colonizadora de sustratos artificiales en dos estaciones de muestreo, en la zona de ritral del río Medellín. Trabajo de pregrado. Universidad de Antioquia. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Medellín.
- Montoya-Moreno, Y. y N. Aguirre. 2013. Estado del arte del conocimiento sobre perifiton en Colombia. *Revista Gestión y Ambiente* 16 (3): 91-117.
- Moschini-Carlos, V., M. L. M. Pompeo, R. E. Henry y O. Rocha. 1998. Temporal variation in structure of periphytic algal communities on an artificial substratum in the Jurumirim reservoir, SP, Brazil. *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie.* 26: 1758-1763.
- Müllner, A. N. y M. Schagerl. 2003. Abundance and vertical distribution of the phytobenthic community within a pool and riffle sequence of an alpine gravel stream. *International Review Hydrobiology* 88 (3-4): 243-254.
- Olmstead, P. y J. W. Tukey. 1947. A corner test for association. *The Annals of Mathematical Statistics* 18 (4): 495-513.
- Pinilla, G. A. 2000. Indicadores biológicos en ecosistemas acuáticos continentales de Colombia. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, Colombia. 67 pp.
- Prescott, G. W. 1962. Algae of the western Great Lakes area. W.M.C. Brown Company Publishers, Iowa, USA. 977 pp.
- Ramírez, A. e Y. Plata-Díaz. 2008. Diatomeas perifíticas en diferentes tramos de dos sistemas lóticos de alta montaña (páramo de Santurbán, Norte de Santander, Colombia) y su relación con las variables ambientales. *Acta Biológica Colombiana* 13 (1): 199-216.
- Ramírez, G. y V. Viña. 1998. Limnología Colombiana. Universidad Jorge Tadeo Lozano- Exploration Company Limited (Colombia). Bogotá. Colombia. 293 pp.
- Ramírez, J. J. 2000. Fitoplancton de agua dulce: aspectos ecológicos, taxonómicos y sanitarios. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín. Colombia. 297 pp.
- Rivera-Rondón, C. A. y C. Díaz-Quirós. 2004. Grandes taxones de fitobentos y su relación con la hidrología, física y química de pequeños ríos andinos. *Universitas Scientiarum* 9: 75-86.
- Rodrigues, L., D. Bicudo y V. Moschini-Carlos. 2003. O papel do perifiton em áreas alagáveis e nos diagnósticos ambientais. Pp: 211-229. *En: Thomaz S. M. y L. M. Bini (Eds.). Ecologia e Manejo de Macrófitas Aquáticas.* Eduem, Maringá.
- Roldán, G. y J. J. Ramírez. 2008. Fundamentos de Limnología Neotropical. Segunda Ed. Medellín (Colombia). Editorial Universidad de Antioquia. 440 pp.
- Sand-Jensen, K. 1983. Physical and chemical parameters regulating growth of periphytic communities. Pp: 63-71. *En: Wetzel, R. (Ed.). Periphyton of freshwater ecosystems.* Dr. W. Junk Publishers, Te Hague.
- Salazar, C. 1989. Biomasa y producción primaria del perifiton en una sabana inundable de Venezuela. *Revista de Hidrobiología Tropical* 22 (3): 213-222
- Stevenson, R. J., M. L. Bothwell y R. L. Lowe. 1996. Algal ecology. Freshwater Benthic ecosystems. San Diego (U.S.A.): Academic Press. 753 pp.
- Stevenson, R. J., S. T. Rier, C. M. Riseng, R. E. Schultz y J. Wiley. 2006. Comparing effects of nutrients on algal biomass in streams in two regions with different disturbance regimes and with applications for developing nutrient criteria. *Hydrobiologia* 561: 149-165.
- Zapata, A. y J. Donato. 2008. Regulación hidrológica de la biomasa algal béntica. Pp: 103-125. *En: Donato, J. (Ed.). Ecología de un río de montaña de los Andes colombianos (río Tota, Boyacá).* Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Colección Textos.
- Zębek, E. 2013. Seasonal dynamics of periphytic algae in the vicinity of the hydroelectric plant in the Pasłęka River (north-east Poland). *Ecohydrology & Hydrobiology* 13: 210-217.
- Zębek, E., U. Szymanska. 2014. Gastropod-periphytic algae relationships in the vicinity of the small hydroelectric plant on the Pasłęka River (north-east Poland). *Archives of Polish Fisheries* 22: 69-80.

Anexo 1. Géneros ficoperifíticos dominantes en las estaciones del río La Miel aguas abajo del embalse Amaní y los afluentes ríos Manso y Samaná entre 2006 y 2009.

División	Clase	Orden	Familia	Género
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Chroococcus</i>
			Gomphosphaeriaceae	<i>Coelosphaerium</i>
			Microcystaceae	<i>Microcystis</i>
		Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena</i>
		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Lyngbya</i>
				<i>Oscillatoria</i>
			Phormidiaceae	<i>Phormidium</i>
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium</i>
		Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Spirogyra</i>
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Characiaceae	<i>Characium</i>
		Chlamydomonadales	Chlorococcaceae	<i>Chlorococcum</i>
		Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium</i>
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Achnanthesales	Achnantheaceae	<i>Achnanthes</i>
		Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i>
		Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella</i>
				<i>Encyonema</i>
			Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i>
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i>
	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria</i>
Euglenophyta	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Trachelomonas</i>
Dinophyta	Dinophyceae	Peridinales	Peridiniaceae	<i>Peridinium</i>

Anexo 2. Régimen hídrico y resultados de la densidad total y la riqueza ficoperifítica en las estaciones y periodos de muestreo.

Muestreo			2006		2007		2008		2009				
Periodo	Estación	Régimen hídrico	Densidad total (ind.cm ⁻²)	Riqueza	Régimen hídrico	Densidad total (ind.cm ⁻²)	Riqueza	Régimen hídrico	Densidad total (ind.cm ⁻²)	Riqueza	Régimen hídrico	Densidad total (ind.cm ⁻²)	Riqueza
1	P. Hierro	Altas	54192,11	25	Bajas	21015,87	15	Altas	131113,39	21	Altas	4118,56	19
	T. Fuga		25958,90	24		257200,00	9		72132,95	19		13328,83	11
	L. Palmera		23847,42	27		102171,09	15		24170,09	13		1663,24	12
	L. Cachaza	Subiendo	6233,00	19		53598,89	12		40475,22	11		448,63	9
	S. Miguel		3603,71	25		15671,76	14		37861,50	13	Subiendo	367,71	8
	R. Manso	Bajas	7637,40	24		12404,57	3	Bajas	71534,27	17	Altas	448,04	8
	R. Samaná		22912,39	24		17079,37	12		34759,00	11		16444,89	15
2	P. Hierro	Bajando	4696,11	29	Bajas	4697777,78	18	Bajando	89864,21	27	Bajando	110862,20	29
	T. Fuga		44414,14	17		26212941,08	16		61398,55	28		49025,28	26
	L. Palmera		9674,09	20		151000,00	8		76843,18	16		3955,62	10
	L. Cachaza	Altas	2172,67	15	Altas	15500,00	5	Bajando	26666,68	12	Bajando	833,91	10
	S. Miguel		3057,79	12		31000,00	7		24983,02	11		368,27	6
	R. Manso	Subiendo	6378,68	17	Bajas	14000,00	8	Subiendo	14120,82	7	Altas	12532,27	11
	R. Samaná	Altas	10699,52	16	Altas	114000,00	19	Bajas	37301,42	9	Bajando	4921,92	10
3	P. Hierro	Bajas	18834,37	23	Bajas	42400,00	18	Bajas	36066,99	20	Bajas	86585,80	30
	T. Fuga		14096,25	18		9060,00	12		45304,40	17		14248,14	13
	L. Palmera		4952,98	19		14120,00	22		25763,73	14		45928,92	20
	L. Cachaza	Bajando	5185,90	17		2620,00	12		3332,19	9	Bajando	13860,62	8
	S. Miguel		5468,39	12		7760,00	16		6817,15	16		10579,25	12
	R. Manso	Altas	4810,09	15	Subiendo	12553,00	18	Altas	27233,51	8	Bajas	39163,28	18
	R. Samaná		21639,43	25	Bajando	2475,00	16	Bajas	51742,44	16		137021,95	15
4	P. Hierro	Bajas	24845,30	24	Subiendo	55620,00	15	Subiendo	16596,54	14	Bajas	40760,35	27
	T. Fuga		14224,02	28		20280,00	10		53464,57	14		47645,95	20
	L. Palmera		7747,72	21		*			12118,10	13		28089,49	18
	L. Cachaza		48131,36	28					47016,28	14		16985,77	18
	S. Miguel		39275,90	30	Bajas	14100,00	19		93708,97	20		30763,68	20
	R. Manso	Bajando	20918,08	25	Subiendo	11100,00	19	Bajas	58676,17	18		35641,54	25
	R. Samaná	Bajas	55385,76	31	Bajas	104220,00	21		55829,92	20		4298,46	11

Cont. **Anexo 2.** Régimen hídrico y resultados de la densidad total y la riqueza ficoperifítica en las estaciones y periodos de muestreo.

Muestreo		2006		2007		2008		2009					
Periodo	Estación	Régimen hídrico	Densidad total (ind.cm ⁻²)	Riqueza	Régimen hídrico	Densidad total (ind.cm ⁻²)	Riqueza	Régimen hídrico	Densidad total (ind.cm ⁻²)	Riqueza	Régimen hídrico	Densidad total (ind.cm ⁻²)	Riqueza
5	P. Hierro	Bajas	40178,71	36	Altas	29622,60	21	Bajando	60931,21	27	Bajas	41985,74	27
	T. Fuga		24492,61	34		67510,80	24		129378,82	25		50101,24	24
	L. Palmera	Bajando	12269,88	31	Bajas	31015,92	17	Subiendo	189142,33	23	Bajas	35749,02	26
	L. Cachaza	Subiendo	11131,56	28	Subiendo	3447,36	10	Altas	50870,67	17		64723,38	15
	S. Miguel		8638,97	17	Altas	2149,72	12	Subiendo	6323,83	6		17786,84	15
	R. Manso	Bajas	11710,24	27	Subiendo	4525,92	11	Altas	202413,44	23	Subiendo	50262,53	21
	R. Samaná		9248,36	21		13325,76	16	Subiendo	247114,72	19		35173,67	24
6	P. Hierro	Subiendo	39319,98	27	Altas	17870,00	13	Altas	38524,63	30	Bajas	8950,04	21
	T. Fuga		21735,55	28		70830,00	8		14804,81	14		21922,40	13
	L. Palmera		14668,61	35					Bajas	13073,10		12	18574,32
	L. Cachaza		1778,75	17		*	Bajando	724,71	7	Bajando	18477,58	22	
	S. Miguel		2640,09	21			Bajas	792,04	10	Bajas	22820,78	20	
	R. Manso	Altas	6656,12	22				3923,95	11	Altas	26950,09	16	
	R. Samaná		21599,41	31	Altas	10506,00	17	Altas	6394,56		11	14000,34	21
Media aritmética			17549,10	23,45		896179,79	14,11		53364,48	15,79		28532,63	17,26
Desviación estándar			14855,40	6,15		4409150,45	4,98		55126,03	6,09		29360,74	6,53
Coeficiente de variación (%)			84,65	26,20		491,99	35,28		103,30	38,59		102,90	37,83
Mediana			14855,40	23,45		896179,79	14,11		53364,48	15,79		28532,63	17,26

* Información no disponible.

Periodo: 1: enero/febrero. **2:** marzo/abril. **3:** mayo/junio. **4:** julio/agosto. **5:** septiembre/octubre. **6:** noviembre/diciembre.

Anexo 3. Variaciones significativas del análisis espacial de la densidad y la riqueza ficoperifítica en el río La Miel aguas abajo del embalse Amaní y los afluentes ríos Manso y Samaná entre 2006 y 2009.

Variable dependiente	Variable de agrupación	Contraste		p		
Densidad	Estación	P. Hierro	L. Cachaza	0,00		
			S. Miguel	0,00		
			R. Manso	0,00		
		T. Fuga	L. Cachaza	0,00		
			S. Miguel	0,00		
			R. Manso	0,00		
		S. Miguel	R. Samaná	0,02		
		Riqueza	Estación	P. Hierro	T. Fuga	0,03
					L. Palmera	0,02
L. Cachaza	0,00					
S. Miguel	0,00					
R. Manso	0,00					
R. Samaná	0,00					
T. Fuga	L. Cachaza			0,03		
L. Palmera	L. Cachaza			0,02		
	S. Miguel			0,04		
	L. Cachaza			R. Samaná	0,04	

Anexo 4. Matriz del Análisis de Correspondencia Canónica sobre la relación entre los géneros dominantes del ficoperifiton y las variables ambientales del río La Miel aguas abajo del embalse Amaní y los afluentes ríos Manso y Samaná entre 2006 y 2009.

Componente	1	2	3	4
Valores propios	0,16	0,05	0,03	0,02
Correlaciones especie-ambiente	0,62	0,44	0,28	0,26
Varianza acumulada				
Especies	8,40	10,80	12,20	13,10
Especie-Ambiente	59,10	76,70	86,00	92,70
<i>Anabaena</i>	0,59	-0,37	-0,16	-0,07
<i>Characium</i>	0,45	0,10	0,01	-0,11
<i>Cosmarium</i>	-0,27	0,29	0,00	-0,21
<i>Microcystis</i>	-0,27	0,10	-0,35	0,14
<i>Oedogonium</i>	0,12	-0,16	0,13	0,11
<i>Peridinium</i>	-0,84	-0,30	0,08	-0,08
<i>Phormidium</i>	-0,64	-0,31	0,07	-0,10
<i>Spirogyra</i>	0,01	0,18	0,14	0,15
Variables Ambientales				
Caudal (F=2,06; p=0,02)	-0,15	-0,69	-0,14	-0,19
Oxígeno disuelto (F=2,29; p=0,02)	0,19	-0,71	-0,19	0,20
Sólidos disueltos totales (F=2,96; p=0,01)	-0,82	-0,01	-0,36	0,19
Ortofosfatos (F=2,76; p=0,04)	-0,04	0,20	0,05	0,91
Alcalinidad (F=2,06; p=0,04)	0,03	0,00	-0,83	-0,20
Dureza total (F=3,22; p=0,01)	0,23	-0,02	-0,60	0,07
Sulfuros (F=6,45; p=0,01)	-0,74	-0,19	0,23	-0,09

Anexo 5. Composición genérica y densidad del ficoperifiton del río La Miel aguas abajo del embalse Amaní y los afluentes ríos Manso y Samaná entre 2006 y 2009.

Género	2006						
	Febrero						
	P.H.	T.F.	L.P.	L.C.	S.M.	R.Man.	R.Sam.
<i>aff Geissleria</i>							
<i>Anabaena</i>	1.666,10	356,41	255,06	106,55	118,80	424,31	795,57
<i>Ankistrodesmus</i>							
<i>Anomoeoneis</i>	1.052,28	118,81	127,52	53,27	39,60	106,07	53,03
<i>Borzia</i>						106,07	
<i>Chaetophora</i>	613,83						159,11
<i>Characium</i>	87,68	118,81			39,60	106,07	
<i>Chroococcus</i>	16.661,01	3.920,57	3.570,74	2.716,96	1.425,66	2.757,98	3.977,85
<i>Closteriopsis</i>			382,58	53,27			
<i>Closterium</i>	438,45	59,40		106,55	39,60	636,45	106,08
<i>Cocconeis</i>							
<i>Coelastrum</i>				53,27			
<i>Coelosphaerium</i>	789,20	2.376,11	510,12	905,66	316,81	212,16	848,61
<i>Cosmarium</i>			127,52				
<i>Crucigenia</i>	87,68						
<i>Cyclotella</i>							
<i>Cylindrocystis</i>	438,45		255,06	53,27	39,60		
<i>Cylindrospermopsis</i>			127,52		39,60	106,07	
<i>Cymbella</i>	350,77	178,21	127,52	53,27	39,60	106,07	318,23
<i>Diatoma</i>	964,58	297,01	765,15	53,27	39,60	106,07	1.007,72
<i>Euglena</i>	87,68	59,40			39,60	106,07	
<i>Fragilaria</i>	3.069,14	891,04	1.275,27	319,64	198,01	212,16	4.773,42
<i>Gomphonema</i>		59,40	127,52		39,60	106,07	159,11
<i>Gonatozygon</i>						212,16	
<i>Gyrosigma</i>	87,68		127,52				
<i>Hapalosiphon</i>			127,52	53,27	39,60	106,07	
<i>Kirchneriella</i>							
<i>Lyngbya</i>	11.224,26	5.227,43	6.758,94	586,01	158,41	424,31	1.644,18
<i>Mallomonas</i>							
<i>Melosira</i>					39,60		
<i>Merismopedia</i>							
<i>Microcystis</i>							
<i>Mougeotia</i>	438,45	1.009,85	2.678,06	53,27	39,60	212,16	53,03
<i>Navicula</i>	438,45	59,40	127,52		39,60		795,57
Naviculaceae sp	2.016,86	1.247,45	892,70	53,27	39,60	106,07	2.068,48
<i>Nitzschia</i>			127,52				
<i>Oedogonium</i>		1.544,47					53,03
<i>Oocystis</i>		178,21	127,52				
<i>Oscillatoria</i>	5.349,07	6.415,48	3.315,70	106,55	158,41	106,07	2.970,13
<i>Peridinium</i>	175,38		127,52			212,16	

Cont. **Anexo 5.** Composición genérica y densidad del ficoperifiton del río La Miel aguas abajo del embalse Amaní y los afluentes ríos Manso y Samaná entre 2006 y 2009.

Género	2006						
	Febrero						
	P.H.	T.F.	L.P.	L.C.	S.M.	R.Man.	R.Sam.
<i>Phacus</i>							
<i>Pinnularia</i>	526,13	178,21	255,06		39,60	106,07	1.432,02
<i>Scenedesmus</i>	87,68				39,60		53,03
<i>Selenastrum</i>							
<i>Spirogyra</i>		59,40	127,52	53,27		106,07	106,08
<i>Staurastrum</i>							
<i>Surirella</i>	1.227,65	59,40	127,52	53,27	39,60		583,42
<i>Synedra</i>	350,77	59,40	127,52		39,60	106,07	159,11
<i>Tabellaria</i>							53,03
<i>Tetraëdron</i>		59,40					
<i>Trachelomonas</i>	5.962,88	1.425,66	1.147,73	799,11	514,82	848,61	477,34
<i>Zygonium</i>							265,19

Género	2006						
	Marzo						
	P.H.	T.F.	L.P.	L.C.	S.M.	R.Man.	R.Sam.
aff <i>Geissleria</i>							
<i>Anabaena</i>	291,24		254,58	65,84	195,18	676,53	524,49
<i>Ankistrodesmus</i>							
<i>Anomooneis</i>	36,41	44,50					
<i>Borzia</i>	29,12	356,03	84,86				
<i>Chaetophora</i>	40,05		84,86	263,36			104,89
<i>Characium</i>	14,56					96,64	
<i>Chroococcus</i>	36,41	16.733,18	2.036,66	65,84	455,42	676,53	1.048,98
<i>Closteriopsis</i>		44,50	848,61	65,84			
<i>Closterium</i>	47,32		254,58	65,84	65,06		
<i>Cocconeis</i>							
<i>Coelastrum</i>							
<i>Coelosphaerium</i>	25,49	1.246,08	84,86	65,84	260,25	289,94	524,49
<i>Cosmarium</i>		89,00	84,86	65,84			
<i>Crucigenia</i>							
<i>Cyclotella</i>	3,65						
<i>Cylindrocystis</i>	3,65	267,03					
<i>Cylindrospermopsis</i>	101,93	44,50					
<i>Cymbella</i>	91,01		84,86	65,84			209,80
<i>Diatoma</i>	200,21	489,53	424,31	131,67	65,06	386,58	839,18
<i>Euglena</i>	3,65					96,64	

Cont. **Anexo 5.** Composición genérica y densidad del ficoperifiton del río La Miel aguas abajo del embalse Amaní y los afluentes ríos Manso y Samaná entre 2006 y 2009.

Género	2006						
	Marzo						
	P.H.	T.F.	L.P.	L.C.	S.M.	R.Man.	R.Sam.
<i>Fragilaria</i>	393,17	2.848,22	254,58	460,88	195,18	289,94	1.153,87
<i>Gomphonema</i>	47,32		933,47		65,06		
<i>Gonatozygon</i>	18,20						
<i>Gyrosigma</i>	7,29					96,64	
<i>Hapalosiphon</i>	3,65					96,64	
<i>Kirchneriella</i>							
<i>Lyngbya</i>	1.186,76	6.808,98	1.272,92	65,84	65,06	869,82	1.993,04
<i>Mallomonas</i>							
<i>Melosira</i>							
<i>Merismopedia</i>							
<i>Microcystis</i>							
<i>Mougeotia</i>	10,91						524,49
<i>Navicula</i>	112,86	4.049,80	84,86	65,84	65,06	386,60	
Naviculaceae sp	163,82		169,73	65,84	325,30	676,53	524,49
<i>Nitzschia</i>			339,45				
<i>Oedogonium</i>		1.157,08					104,89
<i>Oocystis</i>							
<i>Oscillatoria</i>	1.492,54	4.895,35	2.036,66	131,68		676,53	1.888,15
<i>Peridinium</i>	7,29	44,50					
<i>Phacus</i>							
<i>Pinnularia</i>	25,49					193,30	209,80
<i>Scenedesmus</i>							
<i>Selenastrum</i>							
<i>Spirogyra</i>							
<i>Staurastrum</i>							
<i>Surirella</i>	116,48		84,86			193,30	104,89
<i>Synedra</i>	36,41		84,86		65,06	96,64	209,80
<i>Tabellaria</i>							
<i>Tetraëdron</i>		133,50					
<i>Trachelomonas</i>	149,27	5.162,38	169,73	526,73	1.236,14	579,88	734,29
<i>Zygogonium</i>							

Cont. **Anexo 5.** Composición genérica y densidad del ficoperifiton del río La Miel aguas abajo del embalse Amani y los afluentes ríos Manso y Samaná entre 2006 y 2009.

Género	2006						
	Mayo						
	P.H.	T.F.	L.P.	L.C.	S.M.	R.Man.	R.Sam.
<i>aff Geissleria</i>							
<i>Anabaena</i>	553,95	122,57	97,11				318,23
<i>Ankistrodesmus</i>							
<i>Anomooneis</i>	221,59		194,24		109,37	126,58	106,07
<i>Borzia</i>				235,73	109,37		106,07
<i>Chaetophora</i>	443,17	367,73				253,17	212,16
<i>Characium</i>	553,95			117,85	109,37		106,07
<i>Chroococcus</i>	5.761,10	5.638,53	1.942,37	1.414,35	3.390,27	2.025,34	2.015,44
<i>Closteriopsis</i>	110,78	122,57	97,11				742,54
<i>Closterium</i>	221,59	122,57		117,85		126,58	212,16
<i>Cocconeis</i>							
<i>Coelastrum</i>				117,85			
<i>Coelosphaerium</i>	1.107,91	122,57	97,11	589,31		126,58	742,54
<i>Cosmarium</i>			97,11			126,58	106,07
<i>Crucigenia</i>							
<i>Cyclotella</i>							
<i>Cylindrocystis</i>	110,78	122,57		235,73			
<i>Cylindrospermopsis</i>			97,11				
<i>Cymbella</i>	221,59					126,58	106,07
<i>Diatoma</i>	886,32	122,57	97,11	117,85			1.591,13
<i>Euglena</i>	221,59			117,85	109,37	126,58	212,16
<i>Fragilaria</i>	1.772,64	122,57	97,11	117,85	218,76	126,58	2.121,53
<i>Gomphonema</i>	332,37		97,11				106,07
<i>Gonatozygon</i>							
<i>Gyrosigma</i>			97,11				
<i>Hapalosiphon</i>		490,32	97,11			126,58	
<i>Kirchneriella</i>							
<i>Lyngbya</i>	1.772,64	3.309,56	291,35	117,85	109,37	126,58	1.060,76
<i>Mallomonas</i>							
<i>Melosira</i>							
<i>Merismopedia</i>							
<i>Microcystis</i>							
<i>Mougeotia</i>	110,78	122,57	194,24			126,58	636,45
<i>Navicula</i>	775,54	245,16	97,11	117,85			318,23
Naviculaceae sp	221,59			589,31	218,76	126,58	1.378,99
<i>Nitzschia</i>		367,73	97,11				
<i>Oedogonium</i>							106,07
<i>Oocystis</i>							

Cont. **Anexo 5.** Composición genérica y densidad del ficoperifiton del río La Miel aguas abajo del embalse Amaní y los afluentes ríos Manso y Samaná entre 2006 y 2009.

Género	2006						
	Mayo						
	P.H.	T.F.	L.P.	L.C.	S.M.	R.Man.	R.Sam.
<i>Oscillatoria</i>	1.661,86	1.225,77	388,48	235,73	437,51		6.788,87
<i>Peridinium</i>							
<i>Phacus</i>							
<i>Pinnularia</i>	110,78						106,07
<i>Scenedesmus</i>							
<i>Selenastrum</i>							
<i>Spirogyra</i>							
<i>Staurastrum</i>		122,57			109,37		
<i>Surirella</i>	110,78	122,57	194,24	235,73	109,37		318,23
<i>Synedra</i>	110,78			117,85		126,58	106,07
<i>Tabellaria</i>							
<i>Tetraëdron</i>							
<i>Trachelomonas</i>	1.440,28	1.225,77	582,71	589,31	437,51	1.012,67	2.015,44
<i>Zygonium</i>							

Género	2006						
	Julio						
	P.H.	T.F.	L.P.	L.C.	S.M.	R.Man.	R.Sam.
<i>aff Geissleria</i>							
<i>Anabaena</i>		251,76		228,66	346,04	136,71	207,44
<i>Ankistrodesmus</i>							
<i>Anomoeoneis</i>	1.096,12	62,93	93,34	228,66	259,53	1.230,48	829,75
<i>Borzia</i>		62,93				410,16	103,71
<i>Chaetophora</i>		62,93	186,70	228,66	346,05	136,71	
<i>Characium</i>	219,22				86,50	136,71	103,71
<i>Chroococcus</i>	1.826,87	3.021,05	2.333,67	8.231,50	2.768,35	4.375,04	25.099,95
<i>Closteriopsis</i>		1.447,58	746,78	914,61	86,50		
<i>Closterium</i>	949,97		93,34	800,28	346,04	683,60	933,47
<i>Cocconeis</i>							
<i>Coelastrum</i>							
<i>Coelosphaerium</i>	73,07		280,04	571,63	432,55	136,71	518,59
<i>Cosmarium</i>		62,93		114,32	173,03	136,71	103,71
<i>Crucigenia</i>							103,71
<i>Cyclotella</i>		62,93		114,32		136,71	
<i>Cylindrocystis</i>	73,07	188,81		114,32	86,50		103,71
<i>Cylindrospermopsis</i>		62,93	93,34				
<i>Cymbella</i>	584,60		93,34	800,28	6.142,27	1.230,48	1.037,19
<i>Diatoma</i>	292,29	629,38	93,34	1.028,95	519,06	957,05	207,44

Cont. **Anexo 5.** Composición genérica y densidad del ficoperifiton del río La Miel aguas abajo del embalse Amaní y los afluentes ríos Manso y Samaná entre 2006 y 2009.

Género	2006						
	Julio						
	P.H.	T.F.	L.P.	L.C.	S.M.	R.Man.	R.Sam.
<i>Euglena</i>	73,07			114,32		136,71	
<i>Fragilaria</i>	17.391,76	566,44	373,40	2.858,15	5.363,68	4.511,77	3.111,56
<i>Gomphonema</i>	146,15	62,93	93,34	114,32	432,55	136,71	
<i>Gonatozygon</i>			93,34				
<i>Gyrosigma</i>							103,71
<i>Hapalosiphon</i>		62,93		228,66	86,50		103,71
<i>Kirchneriella</i>	365,37				519,07		12.446,25
<i>Lynngbya</i>	73,07	2.580,48	1.213,51	27.324,01	12.630,59	820,32	103,71
<i>Mallomonas</i>		62,93					
<i>Melosira</i>		62,93			259,53	136,71	311,15
<i>Merismopedia</i>	73,07						
<i>Microcystis</i>		62,93				136,71	
<i>Mougeotia</i>	73,07	251,76		114,32	605,58		414,88
<i>Navicula</i>				114,32	605,58	136,71	1.244,63
<i>Naviculaceae sp</i>	365,37		93,34	457,31	1.384,17	1.093,76	4.252,47
<i>Nitzschia</i>		188,82	93,34				518,59
<i>Oedogonium</i>	73,07	62,93		228,66	259,53		103,71
<i>Oocystis</i>		125,88					
<i>Oscillatoria</i>	73,07	3.021,05	840,12	342,98	173,03	546,89	518,59
<i>Peridinium</i>		62,93		114,32	86,50		
<i>Phacus</i>							
<i>Pinnularia</i>		62,93	93,34		1.211,15		103,71
<i>Scenedesmus</i>	73,07			114,32	86,50	136,71	103,71
<i>Selenastrum</i>							
<i>Spirogyra</i>	73,07				86,50		103,71
<i>Staurastrum</i>							
<i>Surirella</i>	73,07		93,34	114,32		273,45	103,71
<i>Synedra</i>	292,30	62,93	93,34	457,31	1.557,20	136,71	518,59
<i>Tabellaria</i>			93,34				
<i>Tetraëdron</i>							
<i>Trachelomonas</i>	438,45	944,08	560,08	1.943,55	1.816,73	3.007,84	1.659,50
<i>Zygonium</i>	73,07	62,93		114,32	519,06		207,44

Cont. Anexo 5. Composición genérica y densidad del ficoperifiton del río La Miel aguas abajo del embalse Amaní y los afluentes ríos Manso y Samaná entre 2006 y 2009.

Género	2006						
	Septiembre						
	P.H.	T.F.	L.P.	L.C.	S.M.	R.Man.	R.Sam.
<i>aff Geissleria</i>							118,56
<i>Anabaena</i>	284,28		72,60			99,23	118,56
<i>Ankistrodesmus</i>	1.895,23	810,42					
<i>Anomoeoneis</i>	758,09		217,81	140,02	128,93	99,23	
<i>Borzia</i>		90,04	363,02			99,23	
<i>Chaetophora</i>	94,75	630,33	145,21	70,01			355,71
<i>Characium</i>							
<i>Chroococcus</i>	9.476,13	4.952,57	1.887,68	3.150,46	3.997,18	4.962,00	1.778,54
<i>Closteriopsis</i>	663,33	450,23	145,21	350,05	128,93	99,23	
<i>Closterium</i>	94,75	90,04	72,60				198,48
<i>Cocconeis</i>							118,56
<i>Coelastrum</i>							
<i>Coelosphaerium</i>	568,57	1.080,56	363,02	1.050,15	1.289,41	198,48	237,14
<i>Cosmarium</i>	189,53			70,01	128,93	99,23	118,56
<i>Crucigenia</i>	94,75					99,23	
<i>Cyclotella</i>	94,75	90,04	72,60	70,01		99,23	
<i>Cylindrocystis</i>	94,75						
<i>Cylindrospermopsis</i>		180,10					
<i>Cymbella</i>	5.117,11	90,04	290,41	350,05	128,93	198,48	118,56
<i>Diatoma</i>	4.074,73	990,51	1.597,27	980,14	128,93	396,96	474,28
<i>Euglena</i>			72,60				
<i>Fragilaria</i>	4.643,30	1.350,70	2.541,11	1.190,17	386,82	793,92	711,42
<i>Gomphonema</i>	189,53	1.080,56	72,60	70,01	128,93	99,23	
<i>Gonatozygon</i>							
<i>Gyrosigma</i>	94,75	90,04	72,60	70,01		99,23	
<i>Hapalosiphon</i>		90,04				694,68	
<i>Kirchneriella</i>							
<i>Lyngbya</i>	2.653,32	6.573,41		210,03	128,93	198,48	711,42
<i>Mallomonas</i>							
<i>Melosira</i>	94,75						118,56
<i>Merismopedia</i>	94,75						
<i>Microcystis</i>	189,53	90,04	72,60	70,01	128,93		355,71
<i>Mougeotia</i>	473,81	540,28	435,62	70,01		99,23	
<i>Navicula</i>	379,05	90,04	363,02	350,05		99,23	237,14
Naviculaceae sp	2.748,08	540,28	653,43	210,03	128,93	99,23	948,56
<i>Nitzschia</i>	284,28	90,04	72,60				355,70
<i>Oedogonium</i>	94,75	90,04	72,60	70,01		198,48	237,14
<i>Oocystis</i>							

Cont. **Anexo 5.** Composición genérica y densidad del ficoperifiton del río La Miel aguas abajo del embalse Amaní y los afluentes ríos Manso y Samaná entre 2006 y 2009.

Género	2006						
	Septiembre						
	P.H.	T.F.	L.P.	L.C.	S.M.	R.Man.	R.Sam.
<i>Oscillatoria</i>	1.516,18	1.710,89	72,60	420,06	128,93	99,23	1.422,83
<i>Peridinium</i>	94,75	90,04	145,21	70,01	257,89		
<i>Phacus</i>		90,04		70,01			
<i>Pinnularia</i>	189,53	90,04	653,43			99,23	
<i>Scenedesmus</i>	94,75		72,60	140,02			
<i>Selenastrum</i>	379,05						
<i>Spirogyra</i>		90,04	217,81	70,01	128,93		
<i>Staurastrum</i>		90,04					
<i>Surirella</i>	473,81	90,04	72,60	70,01		99,23	118,56
<i>Synedra</i>	379,05	90,04	217,81	210,03	128,93	198,48	118,56
<i>Tabellaria</i>	94,75	270,14	72,60	70,01			
<i>Tetraëdron</i>	189,53	90,04	145,21			99,23	
<i>Trachelomonas</i>	1.326,66	1.620,84	943,84	1.400,20	1.160,47	2.084,04	474,28
<i>Zygonium</i>		90,04		70,01			

Género	2006						
	Noviembre						
	P.H.	T.F.	L.P.	L.C.	S.M.	R.Man.	R.Sam.
aff <i>Geissleria</i>			44,31				
<i>Anabaena</i>	107,72	106,54	44,31		37,71	44,08	44,08
<i>Ankistrodesmus</i>	1.400,44				37,71		
<i>Anomoeoneis</i>	215,46		44,31				
<i>Borzia</i>	107,72	106,54	44,31			44,08	44,08
<i>Chaetophora</i>	323,18	106,54	44,31			44,08	308,57
<i>Characium</i>		106,54	44,31	36,30		44,08	1.498,73
<i>Chroococcus</i>	7.756,28	2.770,23	2.082,86	762,33	829,75	1.146,09	1.983,62
<i>Closteriopsis</i>	107,72	106,54	44,31	36,30			44,08
<i>Closterium</i>	107,72	106,54	88,63	36,30		44,08	44,08
<i>Cocconeis</i>							88,16
<i>Coelastrum</i>							
<i>Coelosphaerium</i>	107,72			108,90	490,31	264,48	352,64
<i>Cosmarium</i>			44,31	36,30			
<i>Crucigenia</i>							
<i>Cyclotella</i>	323,18	106,54	177,27	36,30	75,43	88,16	528,97
<i>Cylindrocystis</i>		213,10	88,63			44,08	44,08
<i>Cylindrospermopsis</i>					37,71	44,08	44,08
<i>Cymbella</i>	430,91	106,54	132,95	36,30	37,71	44,08	352,64
<i>Diatoma</i>	2.046,79	106,54	531,79	36,30	75,43	176,33	2.821,15

Cont. **Anexo 5.** Composición genérica y densidad del ficoperifiton del río La Miel aguas abajo del embalse Amaní y los afluentes ríos Manso y Samaná entre 2006 y 2009.

Género	2006						
	Noviembre						
	P.H.	T.F.	L.P.	L.C.	S.M.	R.Man.	R.Sam.
<i>Euglena</i>	107,72	106,54	44,31	36,30			44,08
<i>Fragilaria</i>	2.908,60	106,54	443,16	36,30	37,71	44,08	1.939,54
<i>Gomphonema</i>	538,63	106,54	221,58	36,30	37,71		132,24
<i>Gonatozygon</i>							
<i>Gyrosigma</i>			44,31				44,08
<i>Hapalosiphon</i>	107,72		44,31			88,16	88,16
<i>Kirchneriella</i>							
<i>Lyngbya</i>	12.819,40	10.654,75	5.140,68		75,43	2.865,23	3.658,68
<i>Mallomonas</i>		106,54					
<i>Melosira</i>							44,08
<i>Merismopedia</i>							
<i>Microcystis</i>	323,18	213,10	44,31			44,08	88,16
<i>Mougeotia</i>	215,46	106,54	44,31	36,30		88,16	
<i>Navicula</i>	430,91	213,10	265,89	145,21	37,71		1.586,90
Naviculaceae sp	3.016,33		177,27		37,71	44,08	2.159,94
<i>Nitzschia</i>	754,09	106,54	132,95		75,43	44,08	176,33
<i>Oedogonium</i>	430,91	106,54	44,31				44,08
<i>Oocystis</i>							
<i>Oscillatoria</i>	2.800,88	4.688,09	3.235,08	72,60	75,43	617,12	2.336,27
<i>Peridinium</i>			44,31		37,71		
<i>Phacus</i>					37,71		
<i>Pinnularia</i>		106,54	44,31		37,71		44,08
<i>Scenedesmus</i>							
<i>Selenastrum</i>							
<i>Spirogyra</i>		106,54	44,31				
<i>Staurastrum</i>							
<i>Surirella</i>	107,72	106,54	44,31		37,71	44,08	220,40
<i>Synedra</i>	107,72		88,63	36,30			44,08
<i>Tabellaria</i>							
<i>Tetraëdron</i>		106,54	132,95		75,43		
<i>Trachelomonas</i>	1.615,89	745,84	886,33	254,11	414,87	749,37	749,37
<i>Zygonium</i>		106,54	44,31				

Mónica Tatiana López-Muñoz
Grupo LimnoBasE y Biotamar – Universidad de Antioquia
Grupo de Limnología y Recursos Hídricos – Universidad
Católica de Oriente
monicatiana@gmail.com

Clara María Pérez-Gallego
Isagen S. A. ESP
cperez@isagen.com.co

Dinámica espacial y temporal de los géneros ficoperifíticos
del río La Miel (cuenca del río Magdalena), aguas abajo
del embalse Amaní (Caldas, Colombia), entre 2006 y 2009

Cítese como: López-Muñoz, M. T. y C. M. Pérez-Gallego.
2014. Dinámica espacial y temporal de los géneros
ficoperifíticos del río La Miel (cuenca del río Magdalena),
aguas abajo del embalse Amaní (Caldas, Colombia), entre
2006 y 2009. *Biota Colombiana* 15 (2): 127-151.

Recibido: 27 de febrero de 2014
Aprobado: 15 de noviembre de 2014