

Composición y abundancia de la comunidad perifítica y su relación con algunas variables fisicoquímicas en la quebrada Puente Roto en el municipio del Medio San Juan (Andagoya), Chocó, Colombia

Composition and abundance of the periphytic community and its relationship with some physicochemical variables in the Puente Roto stream in the municipality of Medio San Juan (Andagoya), Chocó, Colombia

Maira Yaneth Becerra Chalá¹, Keidy Yineth Mena Copete¹, Martha Lucía de Diego Gómez¹, Eric Yair Cuesta-Ríos² 

Resumen

El perifiton es una comunidad compuesta principalmente de algas, bacterias, hongos e invertebrados que desempeña un papel fundamental en la dinámica de ecosistemas de agua dulce y a pesar de su importancia, ha sido poco estudiada en los sistemas acuáticos del Chocó, por la cual se estudió la comunidad perifítica, con el fin de determinar su composición y su relación con variables físico-químicas en la quebrada Puente Roto, Medio San Juan, Chocó, Colombia. Se realizaron 5 muestreos en tres estaciones de muestreos. Se recolectaron muestras de sustratos naturales (rocas, madera y hojas), haciendo un raspado cuidadoso con una espátula en la parte superficial de 10 cm²; esta muestra fue llevada a 50 ml con agua destilada y se fijó con lugol al 4%. Se midieron algunas variables fisicoquímicas (pH, temperatura del agua y conductividad eléctrica). La comunidad perifítica estuvo compuesta por 2.397 individuos, agrupados en cinco divisiones, 8 clases, 19 órdenes, 26 familias, 28 géneros y 60 especies. La división con mayor riqueza específica fue Chlorophyta, con 28 especies, y Bacillariophyta, con 1.706 individuos, fue la de mayor abundancia. Bacillariophyceae, con 24 especies y 1706 individuos, fue la clase mejor representada en términos de riqueza específica y abundancia. La diversidad, presentó su máximo en la E3 (2,94 bits/ind). Las variables fisicoquímicas del agua no presentaron mayores variaciones, siendo la conductividad eléctrica, la de mayor variación (16%). El análisis de correspondencia canónica aplicado mostró que existe una alta influencia de la temperatura del agua, sobre la riqueza y la abundancia de la comunidad perifítica.

Palabras clave: Andagoya, Bacillariophyceae, Comunidad perifítica, Río San Juan, Variables fisicoquímicas.

¹ Estudiante de Biología, Universidad Tecnológica del Chocó, Quibdó, Colombia.

² Grupo investigación Conocimiento, Manejo y Conservación de los Ecosistemas del Chocó Biogeográfico, Quibdó, Colombia.

Autor correspondencia:
cuestarios@gmail.com

Recepción: Agosto 23, 2018
Aprobación: Noviembre 27, 2018
Editor Asociado: Z Quesada-Martínez



Abstract

The periphyton is a community composed mainly of algae, bacteria, fungi, and invertebrates that plays a fundamental role in the dynamics of freshwater ecosystems and despite its importance, have been little studied in the aquatic systems of Chocó, for which it was studied the periphytic community, to determine its composition and its relationship with physical-chemical variables in the Puente Roto stream, Medio San Juan, Chocó, Colombia. Five samplings were carried out in three sampling stations. Samples of natural substrates (rocks, wood, and leaves) were collected, carefully scraping the surface of 10 cm² with a spatula, this sample was taken to 50 ml with distilled water and fixed with 4% lugol. Some physicochemical variables (pH, water temperature and electrical conductivity) were measured. The periphytic community was composed of 2.397 individuals, grouped into five divisions, 8 classes, 19 orders, 26 families, 28 genera and 60 species. Chlorophyta, with 28 species, was the division with the highest specific richness and Bacillariophyta, with 1.706 individuals, was the one with the highest abundance. Bacillariophyceae, with 24 species and 1.706 individuals, was the best represented class in terms of species richness and abundance. Diversity presented its maximum at E3 (2.94 bits/ind). The physicochemical variables of the water did not show major variations, with electrical conductivity being the one with the greatest variation (16%). The applied canonical correspondence analysis showed that there is a high influence of the water temperature on the richness and abundance of the periphytic community.

Keywords: *Andagoya, Bacillariophyceae, Periphytic community, River San Juan, Physicochemical variables.*

Introducción

El perifiton se define como una comunidad compleja de microbiota (algas, bacterias, hongos, animales, detritos orgánicos e inorgánicos) adherida a un sustrato, que puede ser orgánico o inorgánico, vivo o muerto (Wetzel 1983). Por otro lado, Roldán y Ramírez (2008), afirman que el perifiton es una comunidad compuesta principalmente de algas, bacterias, hongos e invertebrados, que se encuentra en los ecosistemas de agua dulce de todo el mundo, desempeñando un papel fundamental en la dinámica de los ríos al igual que en otros ecosistemas acuáticos. Dentro de esta dinámica se destaca: la productividad primaria del sistema, porque es un grupo con una alta producción de metabolitos orgánicos que alimentan diversos organismos; su contribución con más del 70% de la materia orgánica a la productividad total; sus altas tasas de reciclaje; su posibilidad de proporcionar abrigo y alimento a varios tipos de organismos, sobre todo peces; su alta productividad primaria y su papel como mejor indicador biológico que el fitoplancton (Moreira 1988). Gracias a estas importantes características, han sido ampliamente utilizados como indicadores de la calidad del agua ya que, al vivir pegados al sustrato, reflejan los cambios ocurridos por alteraciones físicas, químicas y biológicas (Pérez *et al.* 2007); si, por el contrario, hay un gran número de perturbaciones físicas, como incremento de la velocidad del agua y arrastre de sedimento, el perifiton tendría poco desarrollo (Stevenson *et al.* 1996).

En este sentido se puede considerar que el perifiton es una de las comunidades más importantes en ambientes acuáticos siendo una parte fundamental en la dinámica ecosistémica de diversos ecosistemas acuáticos. Sin embargo, debido a la gran complejidad que encierran las comunidades perifíticas, en las últimas décadas se ha considerado al perifiton como un *biofilm*, biopelícula o película microbiana que resulta del proceso de

colonización, crecimiento y metabolismo celular microbiano (Roldán y Ramírez 2008).

Por otro lado, es importante recalcar que el perifiton, tiene diversos factores que regulan su distribución, diversidad y abundancia, por tanto, el desarrollo de las algas del perifiton depende de factores abióticos y bióticos que regulan el funcionamiento de sus componentes (bacterias, algas, hongos, animales). En este complejo ensamble, la influencia de los factores es variable para cada organismo variando temporalmente en cada cuerpo de agua y, espacialmente, entre los cuerpos de agua (Roldán y Ramírez 2008).

En este sentido se tiene que los principales factores que controlan la dinámica de las algas perifíticas son la luz, la composición química del agua, herbívoros, temperatura, velocidad de la corriente y tipo de sustrato. En relación con este último, las algas perifíticas se desarrollan mejor en sustratos que le ofrezcan estabilidad y donde la acción de las corrientes sea mínima. Incluso, en algunos casos, el tipo de sustrato, más que las intensidades lumínicas o nutrientes, es el factor limitante en la producción de esta comunidad (Roldán y Ramírez 2008). En contexto, como todos estos factores interactúan entre sí, es difícil afirmar cuál es el factor que limita el crecimiento de las algas (Allan 1995); sin embargo, algunos autores afirman que los cuatro factores primordiales que limitan la productividad son la luz, agua, temperatura y nutrientes (Hynes 1970).

Como se mencionó antes, el perifiton reviste gran importancia para entender la dinámica y funcionamiento de las fuentes hídricas, por tal razón, diferentes organizaciones e investigadores a título personal han dedicado esfuerzos para el estudio de este importante y complejo grupo, destacándose los trabajos de Ramírez y Viña (1998), quienes estudiaron el perifiton presente en ríos ubicados en las zonas de influencia de los proyectos de explotación y transporte de hidrocarburos. En esta investigación, se logró determinar que la comunidad perifítica presenta

una capacidad de tolerancia muy alta frente a las variaciones ambientales, sobre todo en organismos de los géneros *Nitzschia*, *Navicula*, *Fragilaria* y *Lyngbya*. Martínez y Donato (2003), analizaron el efecto del caudal sobre la colonización del perifiton, estimando la densidad y diversidad de células, donde el mayor componente son las algas. Rivera y Donato (2008) establecieron el efecto de las variaciones hidrológicas y químicas sobre la estructura de la comunidad de diatomeas en el río Tota. Observaron que durante los períodos de caudales altos dominaron algas con formas aplanadas (oblicuas y ovoides) y durante los períodos de caudales bajos, algas alargadas, centrales y naviculiformes. Díaz-Quirós y Rivera-Rondón (2004) realizaron la caracterización de las diatomeas perifíticas en 20 ríos de la cuenca alta y media del río Bogotá. Hernández-Atilano *et al.* (2005) estudiaron la variación espacio temporal de la estructura de la comunidad de algas perifíticas en la microcuenca La Vega en Antioquia. Zapata y Donato (2005) estudiaron los cambios diarios de las algas perifíticas y su relación con la velocidad de la corriente en el río Tota. En esta misma dinámica investigativa Castellanos y Donato (2008), investigaron sobre la relación entre el biovolumen y la sucesión de diatomeas bénticas en el río Tota, mediante sustratos artificiales durante diferentes períodos hidroclimáticos. Marín-Villegas *et al.* (2011) estudiaron algunas comunidades bénticas en la quebrada La Florida, Armenia, Quindío, durante un período de cinco meses. Montoya y Aguirre (2013), en su ejercicio investigativo dan a conocer el estado del arte del conocimiento sobre perifiton en Colombia, donde manifiestan que la mayoría de las investigaciones corresponden al estudio de fitoperifiton, el 10% restante incluyó ambos componentes del perifiton y se encontró una dedicada exclusivamente al zooperifiton. Sólo el 10,5% de las investigaciones (ocho trabajos) se han dedicado al estudio taxonómico detallado, el resto de las publicaciones se orientan con el estudio de la estructura y dinámica de la comunidad perifítica.



En los sistemas acuáticos del departamento del Chocó, principalmente los del río San Juan, los trabajos de la dinámica ecológica de las algas perifíticas han sido poco estudiado (Abuhatab *et al.* 2004). En atención a la apreciación anterior y por el gran significado de los cuerpos de agua lóticos en el mantenimiento de la producción biológica, justifica el estudio profundo de las condiciones limnológicas de estos sistemas que son importantes en las dinámicas poblaciones de sus comunidades y su entorno.

Siguiendo con lo anterior, se evidencia que es escaso el conocimiento sobre comunidades perifíticas y su relacionamiento con variables físicas y químicas, en los cuales, las investigaciones han estado principalmente abordadas desde los estudios de impacto ambiental o en estudios de calidad de agua para abastecimiento de agua potable. Este tipo de información es limitada y de poco acceso, ya que no se encuentra en general publicada, tan solo es de dominio de algunas universidades, centros de investigaciones y corporaciones ambientales regionales. También se puede manifestar que los antecedentes antes mencionados dejan claro que son insuficientes los estudios sobre la comunidad perifítica desde los diversos componentes ambientales, taxonómicos y ecológicos a pesar de la gran importancia que reviste el perifiton para el desarrollo de la vida acuática, cadenas y redes tróficas, además de presentar una amplia utilidad de los indicadores biológicos como elemento en el monitoreo de los recursos hidrobiológicos.

En relación con todo lo anterior, la presente investigación tiene como finalidad determinar la composición y abundancia de la comunidad perifítica y su relación con las variables físico-químicas en la quebrada Puente Roto, cuenca del río San Juan, Chocó, Colombia.

Metodología

Área de estudio. La presente investigación se desarrolló en la quebrada Puente Roto, ubicada

en la cabecera municipal del Medio San Juan (Andagoya) el cual está ubicado en la costa pacífica colombiana, a 86 km, hacia el centro sur de Quibdó capital del departamento del Chocó, el cual queda situado en la cuenca del río San Juan. Geográficamente se localiza a los 5°05'34"N y 76°41'43"O, a 96 msnm. Pertenece a la zona de vida Bosque Húmedo Tropical (bh-T), presenta zonas de temperatura promedio entre 23°C y 27°C, una humedad relativa que lo ubica dentro de las zonas con balance hídrico per-húmedo a superhúmedo (86%) y una precipitación de zonas de pluviosidad moderadamente alta 8.000 mm (Poveda *et al.* 2004, Figura 1). Se establecieron tres estaciones de muestreo, las cuales se situaron en el recorrido de la quebrada Puente Roto, representando el curso de esta en su cuenca alta, media y baja hasta su desembocadura en el río San Juan. La estación 1, se ubicó en la parte alta, la estación 2 en su parte media y la estación 3 en la desembocadura en el río San Juan.

Trabajo de campo. Tuvo una duración de cinco meses, tiempo en el cual se desarrollaron muestreos de forma mensual, con una duración de 4 horas: de 08:00-10:00 y de 14:00-16:00. Cada estación de muestreo fue georreferenciada con sus respectivas coordenadas geográficas, además se midieron algunas variables físicas, químicas, y se realizaron colectas de la comunidad perifítica.

Muestreo del perifiton. Las muestras de perifiton fueron recolectadas de sustratos naturales (rocas, troncos y hojas), haciendo un raspado cuidadoso en la parte superficial de 10 cm² con ayuda de una espátula; las muestras fueron llevadas a 50 ml con agua destilada. El material recogido fue envasado en frascos recolectores plásticos a los cuales se les agregó una solución fijadora de lugol al 4%, con el fin de no alterar las estructuras internas ni externas de los organismos (Roldán y Ramírez 2008); luego fueron llevadas al laboratorio de Limnología de la Universidad Tecnológica del Chocó (UTCh), Quibdó, para ser observadas en el microscopio y realizar su

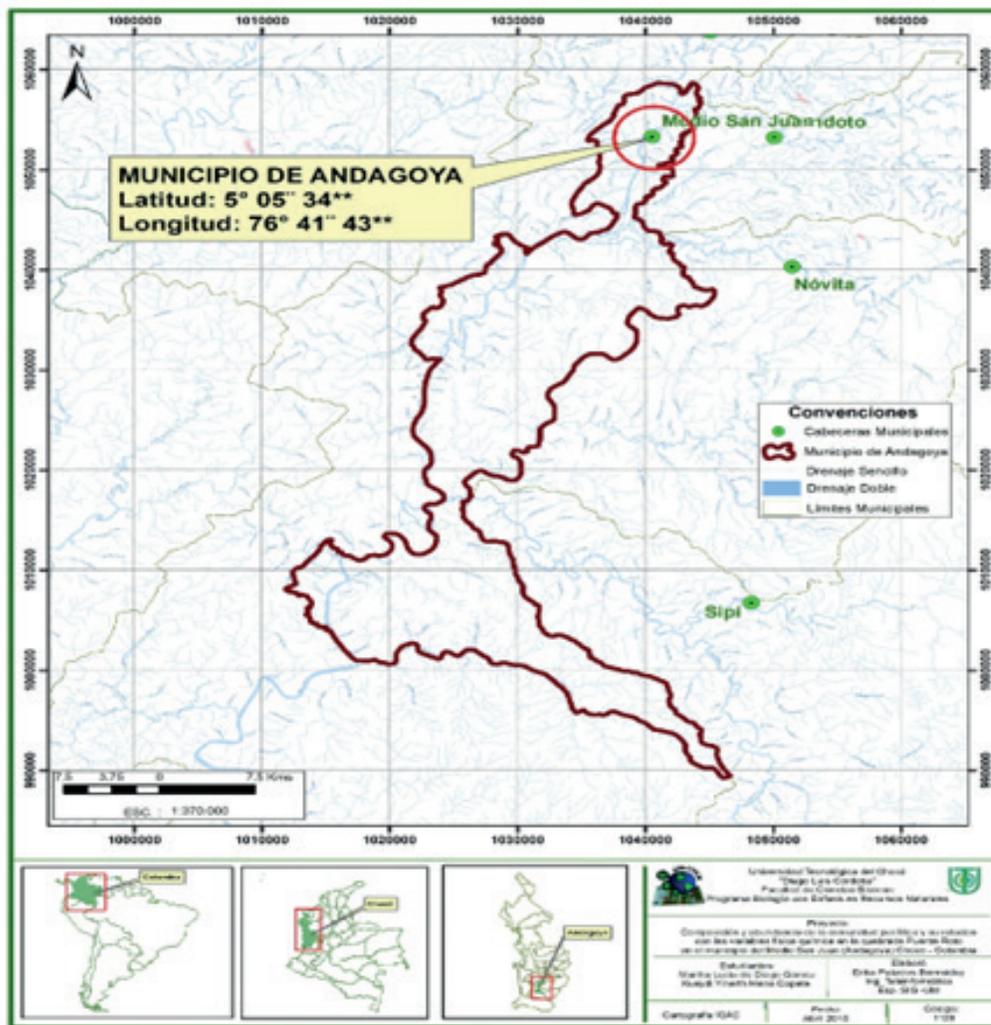


Figura 1. Ubicación geográfica de la localidad de Andagoya, Medio San Juan, Chocó.

respectiva identificación y conteo.

Análisis de variables físicas y químicas del agua. Estas se midieron durante la investigación en la quebrada Puente Roto de Andagoya: temperatura del agua, pH, conductividad eléctrica.

Fase de laboratorio. Una vez llevadas las muestras al Laboratorio de Limnología de la UTCh, se procedió a su identificación taxonómica, bajo observación en un microscopio convencional, empleándose 30 campos aleatorios y observándose 1 ml de cada muestra, mediante las claves taxonómicas de Prescott (1970), Whitford y Schumacher (1973), Parra *et al.* (1983), Bicudo y Manezes (2006), y Vidal (2010).

Análisis de datos. Los datos de campo fueron ingresados en hojas electrónicas del programa usando el software Microsoft Excel®, donde se ordenaron por estación de muestreo. En este sentido la composición y abundancia de la comunidad perifítica se analizó mediante tablas y gráficos. Se realizó un análisis de varianza para evaluar diferencias en la distribución espacial de la comunidad a nivel de estaciones. Para evaluar la estructura de la comunidad perifítica, se utilizaron los índices de diversidad de Shannon-Weaver, dominancia de Simpson, riqueza de especies y la abundancia absoluta y relativa. Para evaluar las diferencias entre los atributos medidos para



la caracterización de la comunidad (abundancia total, riqueza y diversidad) y la existencia de diferencias significativas, a través del factor espacial, se realizó un análisis de varianza simple (ANOVA). Para analizar la relación entre la composición y abundancia relativa del perifiton y algunas variables físico-químicas del agua de la quebrada Puente Roto, se realizó un análisis de correspondencia canónica (ACC). Todo el tratamiento de los datos se llevó a cabo con los programas estadísticos, InfoStat (2016), “PAST” 3.0, Stimates 9.0 y Statgraphics Centurión XVI.

Resultados y discusión

Composición taxonómica de la comunidad perifítica asociada con la quebrada Puente Roto, municipio del Medio San Juan, Chocó, Colombia. La comunidad perifítica asociada con la quebrada Puente Roto, estuvo compuesta por 2.397 individuos, los cuales se agruparon en cinco divisiones, ocho clases, 19 órdenes, 26 familias, 28 géneros y 60 especies (Anexo 1). Chlorophyta, fue la división mejor representada en términos de riqueza específica con 28 especies (47%), mientras que Bacillariophyta, fue la división con los mayores valores de abundancia, con 1.706

individuos (71%). La clase Bacillariophyceae, fue la mejor representada tanto en términos de riqueza específica con 24 especies (40%), como en términos de abundancia, con 1.706 individuos (71%), seguida por las clases Conjugatophyceae, Chlorophyceae y en último lugar las Euglenophyceae (Figura 2).

La riqueza de la división Chlorophyta, puede estar asociada directamente con las características del ecosistema estudiado, donde sus características poco fluctuantes condicionan tanto físicoquímica como biológicamente las comunidades de este grupo (Coesel y Meesters 2007). Gran parte de los integrantes de este grupo son abundantes y muchas veces dominantes en ecosistemas acuáticos, lo que los constituye en los organismos dominantes del perifiton en ecosistemas acuáticos, su metabolismo controla enormemente el flujo de energía y el ciclo de nutrientes en los ecosistemas, por sus niveles poblacionales y la variedad de tipos metabólicos, además, constituyen el componente principal en la productividad primaria, en los ecosistemas acuáticos y la mayoría de sus organismos son utilizados como indicadores de la calidad de agua (Roldan 1992).

La mayor representatividad en términos de abundancia de la clase Bacillariophyceae, puede

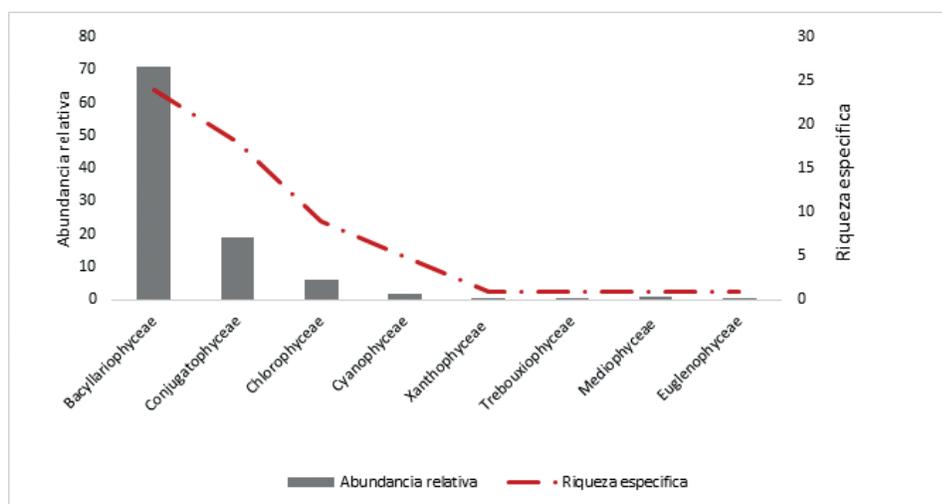


Figura 2. Abundancia relativa y riqueza específica de comunidad perifítica asociada con la quebrada Puente Roto, municipio del Medio San Juan, Chocó, Colombia.

estar asociada con la capacidad que presentan los integrantes de grupo, para lograr levantar altas densidades en diversos ecosistemas acuáticos, gracias a que presentan una excepcional plasticidad ecológica y fácil adaptación a diversos ambientes (Ibelings *et al.* 1998, Lavoie *et al.* 2004), factor que ha permitido lograr una distribución cosmopolita, convirtiéndose en uno de los componentes más importantes de la biota, por el aporte a la riqueza y diversidad (Passy y Blanchet 2007).

Los organismos que representan la clase Bacillariophyceae, también presentan diferentes características morfo-fisiológicas (pared celular silicada, finas gotas de aceite como reservas nutritivas, alta perdurabilidad de la membrana), así como estructuras especializadas (como pedúnculos y matrices mucilaginosas y formación de colonias en forma de estrellas) que ofrecen ventajas competitivas en condiciones estresantes, además de que les brindan protección y un amplio rango de tolerancia a muchos factores de vulnerabilidad, lo que hace que la mayoría de sus representantes puedan sobrevivir en diferentes ambientes acuáticos y condiciones ambientales (Cetto *et al.* 2004, Carapunarla *et al.* 2014).

Distribución espacial. La estación 3, con 44

especies (45%) y 1.168 individuos, lo que porcentualmente equivale a 49% de la comunidad perifítica, mientras que la estación 1 con 23 especies (24%) y 480 individuos, fue la de menor riqueza y abundancia, mostrando que existen diferencias significativas para la riqueza de la comunidad perifítica, entre las estaciones estudiadas ($F=12,81$; $p=0,0011$; Figura 3).

La mayor riqueza y abundancia de organismos registrada en la E3, es atribuible a las características de la quebrada, que en su parte baja presenta, una variedad de elementos, como variedad de sustratos (troncos, piedras y hojarasca), además de poca corriente y buena penetración de luz, factores que propician buena abundancia y una rica variedad de organismos. Al respecto, Arcos y Gómez (2006), señalan que un factor fundamental, para mayor representatividad de algas, es la presencia de elementos que le ofrezcan estabilidad como es el caso de los sustratos, además, donde la acción de las corrientes sea mínima y, por último, que exista buena presencia de luz. Este es el caso de la parte baja de la quebrada, donde su intensidad lumínica es buena, existe tanto calidad, como cantidad de sustratos, además, a pesar de las fluctuaciones evidenciadas para todo el siste-

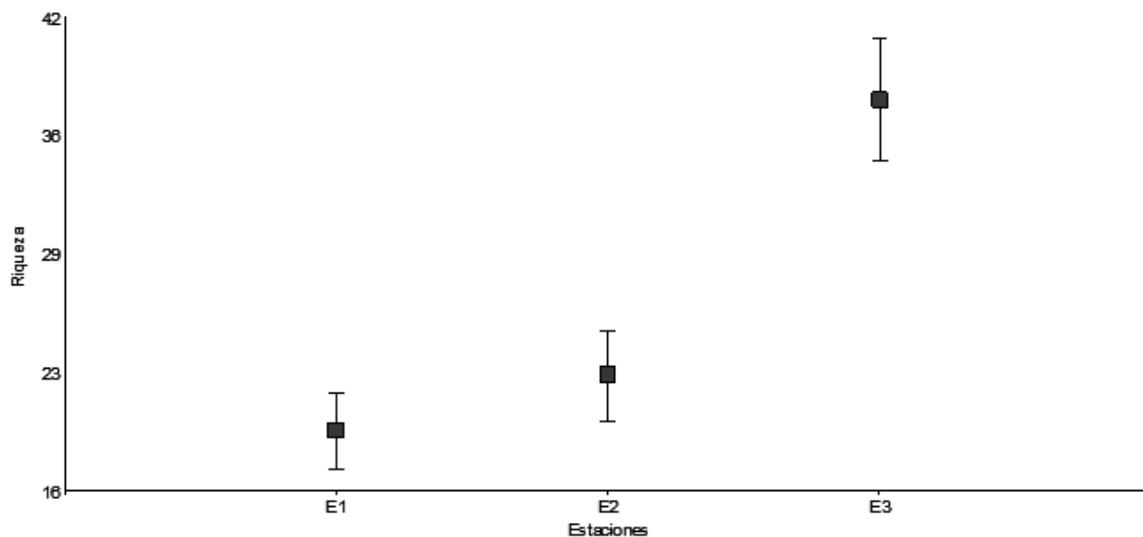


Figura 3. Diferencia significativa para la riqueza de la comunidad perifítica entre estaciones de muestreo de la quebrada Puente Roto, municipio del Medio San Juan, Chocó, Colombia.



Tabla 1. Índices ecológicos medidos para determinar la estructura numérica de la comunidad perifítica asociada con la quebrada Puente Roto, municipio del Medio San Juan, Chocó, Colombia

| Índices | Estación 1 | Estación 2 | Estación 3 | General |
|------------------------------|------------|------------|------------|---------|
| Riqueza de taxa | 44 | 30 | 23 | 60 |
| Dominancia de Simpson | 0,90 | 0,93 | 0,92 | 0,91 |
| Diversidad de Shannon-Weaver | 2,71 | 2,90 | 2,94 | 3,31 |

ma, producto de las condiciones hidrológicas, la velocidad e intensidad del flujo es imperceptible; de acuerdo con quienes ponen de manifiesto que el flujo de agua tiene una gran influencia sobre la densidad de algas, cuando es débil las abundancias son mayores y viceversa (Arcos y Gómez 2006).

Las diferencias estadísticas mostradas, se pueden deber a las características de cada estación de muestreo, porque cada una presenta elementos característicos propios que van albergar una composición variada, y producto de eso, una riqueza y abundancia propia. En general, la quebrada presenta sustratos heterogéneos, el uso de su entorno en gran parte es urbano, en algunos tramos hay vegetación ripiara, y en otros como la parte alta, se encuentran pequeños bosques de galería con abundancia de arbustos, formando un dosel cerrado que permite baja disponibilidad de luz.

Estructura numérica. El índice de diversidad de Shannon-Weaver a nivel general presentó valores altos durante toda la investigación, registrando un valor promedio general de 3,3 bits/ind, y máximo valor para la E3 (2,94 bits/ind) y el menor valor para la E1 (2,71 bits/ind) (Tabla 1). Entre las estaciones estudiadas no se presentaron diferencias significativas para la diversidad de la comunidad perifítica, ($F=1,09$; $p=0,3667$).

Estos resultados, muestran una comunidad perifítica con altos valores de diversidad, de acuerdo con los valores establecidos por el índice que van entre 0 y 5 (Margalef 1998). Los altos valores de diversidad que presentan todas las estaciones y

a nivel general, pueden estar relacionados con las características heterogéneas de la quebrada, que pone a la vista, condiciones óptimas para el desarrollo de la comunidad perifítica, como por ejemplo, buenas condiciones lumínicas, disposición de nutrientes, buena profundidad y disponibilidad de hábitat, a pesar de que existen algunas alteraciones de origen antrópico, que al parecer no han alterado significativamente la estructura de la comunidad.

Algunos autores manifiestan que estos factores definen la diversidad, riqueza y la presencia de organismos acuáticos, entre estos el perifiton (Sommer 1993, Reynolds 1997). La poca variación de la diversidad entre las estaciones de muestreo se puede asociar con sus características que, a pesar de no ser similares, presentan condiciones óptimas para albergar una alta diversidad, en su efecto, al estar ubicadas en la misma fuente hídrica y la distancia entre las mismas, es poco significativa para generar cambios en la diversidad de las algas presentes y que tal vez se requiera de mayor distancia, para apreciar cambios significativos en la misma.

Análisis de algunas variables físicas y químicas de la quebrada Puente Roto, del municipio de Medio San Juan (Andagoya), Chocó. El pH presentó un promedio general de 5,3 unidades, mostrando un valor máximo en la E1 (6,15 unidades) y el más bajo en la E2 (4,04 unidades), con un coeficiente de variación de 10%. Estos valores registrados corresponden a aguas ligeramente

Tabla 2. Variables fisicoquímicas medidas en la quebrada Puente Roto, municipio del Medio San Juan, Chocó, Colombia

| Variables fisicoquímicas | Promedio | Máximo | Mínimo | CV % |
|---------------------------------|----------|--------|--------|------|
| pH (unidades de pH) | 5,3 | 6,15 | 4,04 | 10 |
| Temperatura del agua (°C) | 26,9 | 29,1 | 25 | 5 |
| Conductividad eléctrica (µS/cm) | 21,68 | 29,7 | 13,33 | 16 |

ácidas, favorables para la biota acuática (Arango *et al.* 2008). El pH es una de las variables de mayor influencia sobre la estructura, composición y distribución de la comunidad perifítica (Pujante *et al.* 1995); en este sentido, Escobar *et al.* (1989) señala que cada organismo tiene un límite de pH dentro del cual su crecimiento se hace posible. La mayoría de los organismos acuáticos en ecosistemas naturales se desarrollan en aguas que presentan un pH que oscila entre 6 y 9. Teniendo en cuenta este rango, los valores de pH obtenidos en esta investigación, se encuentran dentro de lo normal para aguas dulces.

La temperatura del agua presentó un promedio de 26,9°C, con un valor máximo en la E3 (29,1°C) y un mínimo de 25°C y en la E1, con un coeficiente de variación del 5%. Estos valores indican pocas variaciones en la temperatura del agua y están dentro de los rangos normales para ecosistemas de tierras bajas, donde por lo general la temperatura es poco variable a lo largo del año y fluctúan entre 16°C y 32°C (Ríos *et al.* 2008), que además son favorables para el desarrollo de la biota acuática. Esta variable es dependiente de factores ambientales como vientos, corrientes y períodos de retención del agua, cambios de densidad del agua, profundidad y altitud; por consiguiente, cualquier alteración en su dinámica, alteraría fácilmente su respuesta fisiológica y podría ser fatal para muchos organismos acuáticos (Rivera y Díaz 2004).

La conductividad eléctrica presentó un promedio general de 21,68 µS/cm, presentando un valor máximo en la E3 (29,7 µS/cm) y un mínimo valor en la E1 (13,33 µS/cm), con una baja variación

(16%) (Tabla 2). Esta baja variación de la conductividad eléctrica puede estar influida por las pocas variaciones en el régimen pluviométrico, que hace que las condiciones fisicoquímicas e hidrológicas sean poco fluctuantes. Además, los valores registrados se encuentran dentro del rango normal para cuerpos de agua dulce colombianos, menores a 1.500 µS/cm (Roldán y Ramírez 2008).

Relación entre la comunidad perifítica y algunas variables fisicoquímicas del agua de la quebrada Puente Roto del municipio de Medio San Juan (Andagoya) Chocó, Colombia. El análisis de correspondencia canónica mostró que los ejes canónicos 1 y 2 explican un alto porcentaje de la variabilidad en la relación entre las variables fisicoquímicas, riqueza y abundancia de la comunidad perifítica, explicando un 98,3% de la variabilidad, donde la variable de mayor incidencia sobre la riqueza y abundancia, es la temperatura (Figura 4), la cual, tienen una relación positiva con las variables biológicas analizadas, lo que se aduce que la temperatura es una variable significativa en la distribución, riqueza y abundancia de la comunidad perifítica de la quebrada Puente Roto, porque estos grupos dependen tanto de la calidad como de la disponibilidad de esta variable. Según Kim *et al.* (1998), la temperatura es uno de los factores más importantes en la determinación de los cambios estacionales en áreas tropicales y subtropicales.

Conclusiones

La comunidad perifítica asociada con la quebrada Puente Roto, estuvo dominada, en

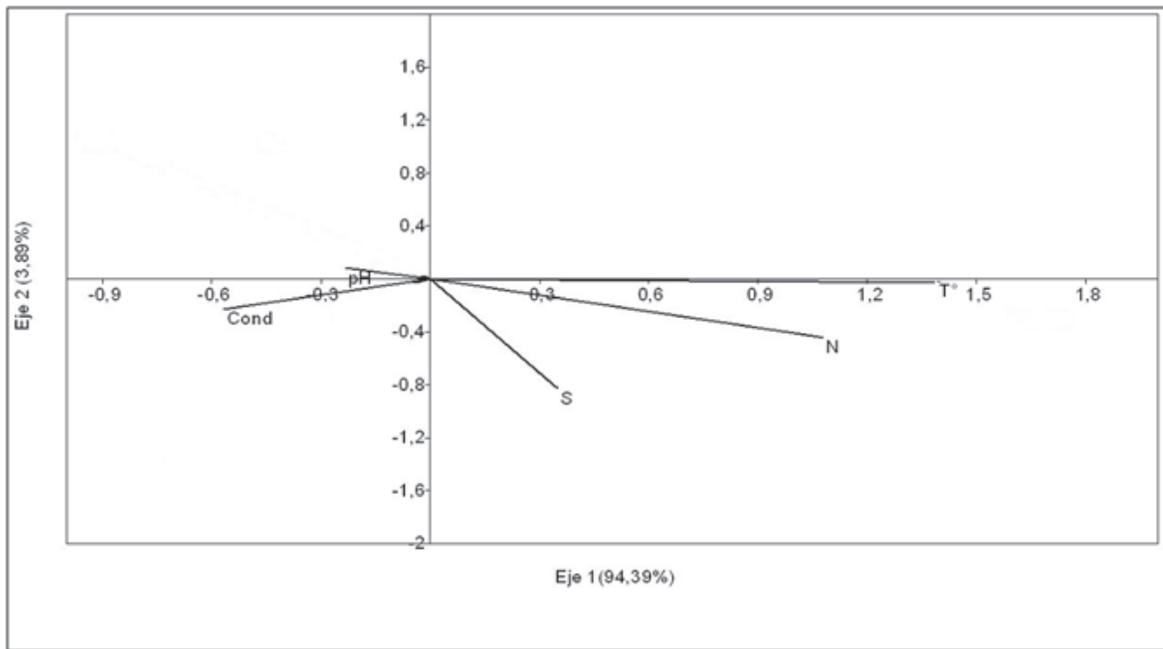


Figura 4. Análisis de correspondencia canónica (ACP) mostrando la relación de variables fisicoquímicas, vs. riqueza y abundancia de la comunidad perifítica en la quebrada Puente Roto, municipio del Medio San Juan, Chocó, Colombia.

términos de riqueza y abundancia, de la clase Bacillariophyceae. No se presentaron diferencias significativas, para la diversidad de la comunidad perifítica, entre las estaciones estudiadas, pero esas diferencias si fueron significativas en la distribución de la riqueza entre estaciones de muestreo. Fueron bajas las variaciones mostradas por las variables fisicoquímicas del agua en el ecosistema estudiado, de las cuales la temperatura del agua tuvo una significativa influencia sobre la riqueza y abundancia de la comunidad de algas perifíticas asociada con la quebrada Puente Roto, del municipio de Medio San Juan.

Literatura citada

- Abuhatab Y, Geovo C, Asprila S. 2004. Estudio comparativo sobre la colonización de fitoperifiton en dos sustratos, quebrada La Francisca, municipio de Quibdó. En: Memorias VI Seminario Colombiano de Limnología y I Reunión Internacional sobre Embalses Neotropicales. Montería.
- Allan JD. 1995. Stream Ecology-structure and function of running waters. *Aquatic Conservation*. 5 (2): 169-70. <https://doi.org/10.1002/aqc.3270050209>
- Arango MC, Álvarez LF, Arango GA, Torres OE, Monsalve AdeJ. 2008. Calidad del agua de las quebradas La Cristalina y La Risaralda, San Luis, Antioquia. *Revista EIA*. 9: 121-41. <https://bit.ly/3Ukz4dU>
- Bicudo CE, Manezes M. 2006. Géneros de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrição). Rima Editora. Segunda edição. 502 pp.
- Carapunarla L, Baumgartner D, Rodrigues L. 2014. Community structure of periphytic algae in a floodplain lake: A long-term study. *Acta Sci Biol Sci*. 36 (2):147-54. <https://bit.ly/3T2aygD>
- Castellanos SL, Donato JC. 2008. Biovolumen y sucesión de diatomeas bénticas. En: J.C. Donato (Ed.). *Ecología de un río de montaña de los Andes colombianos (río Tota, Boyacá)*. Bogotá: Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. pp. 127-44.
- Cetto JM, Leandrini JA, Felisberto SA, Rodrigues L. 2004. Comunidade de algas perifíticas no reservatório de Irai, Estado do Paraná, Brasil. *Acta Sci Biol Sci*. 26 (1): 1-7. <https://bit.ly/3sXzifo>
- Coesel PFM, Meesters KJ. 2007. *Desmids of the Lowlands. Mesotaeniaceae and Desmidiaceae of the European Lowlands*. 351 pp. Netherlands: KNNV Publishing.
- Díaz-Quirós C, Rivera-Rondón CA. 2004. Diatomeas de

- pequeños ríos andinos y su utilización como indicadores de condiciones ambientales. *Caldasia*. 26 (2): 381-94. <https://bit.ly/3UrZzhL>
- Escobar JI, Rubio-Stípec M, Canino G, Karno M. 1989. Somatic Symptom Index (SSI): A new and abridged somatization construct. Prevalence and epidemiological correlates in two large community samples. *Journal of Nervous and Mental Disease*. 177 (3): 140-6. doi: 10.1097/00005053-198903000-00003
- Hernández-Atilano E, Aguirre NJ, Palacio JA. 2005. Variación espacio-temporal de la estructura de la comunidad de algas perifíticas en la microcuenca de la quebrada La Vega, municipio de San Roque (Antioquia), Colombia. *Actualidades Biológicas*. 27 (82): 67-77. <https://bit.ly/3WxOZYk>
- Hynes HBN. 1970. The ecology of running waters. Toronto: University of Toronto. 555 pp. <https://bit.ly/3WuWlvy>
- Ibelings B, Admiraal W, Bijkerk R, Ietswaart T, Prins H. 1998. Monitoring of algae in Dutch rivers: does it meet its goals? *J Appl Phycol*. 10: 171-81. <https://bit.ly/3UkMcQ4>
- Kim KY, Choi TS, Huh SH, Garbary DJ. 1998. Seasonality and community structure of subtidal benthic algae from Daedo Island, Southern Korea. *Bot Mar*. 41: 357-65. <https://bit.ly/3sXcQmv>
- Lavoie I, Vincent WF, Pienitz R, Painchaud J. 2004. Benthic algae as indicators of agricultural pollution in the streams and rivers of southern Québec (Canada). *Aquatic Ecosystem Health and Management*. 7(1): 43-58. <https://bit.ly/3DYpIVm>
- Marín-Villegas NC, Corredor-Coy NV, Bustamante-Toro CA. 2011. Aspectos ecológicos de comunidades bénticas de un sistema fluvial andino, Armenia-Quindío, Colombia. *Revista de Investigaciones Universidad del Quindío*. 22 (1): 58-69. <https://bit.ly/3U4gaIE>
- Martínez LF, Donato-Rondón JC. 2003. Efectos del caudal sobre la colonización de algas en un río de alta montaña tropical (Boyacá, Colombia). *Caldasia*. 25 (2): 337-54. <https://bit.ly/3hehz0r>
- Montoya Y, Aguirre N. 2013. Estado del arte del conocimiento sobre perifiton en Colombia. *Gestión y Ambiente*. 16 (3): 91-117. <https://bit.ly/3E20kZk>
- Moreira JA. 1988. Productividade primaria do perifiton em viveiros destinados a piscicultura. *Disertação do Mestrado*. Bahia: Universidade Federal da Bahia. 250 pp.
- Parra O, González M, Dellarossa V. 1983. Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales. Capítulo 5. Chlorophyceae. Concepción: Editorial Universidad de Concepción. 5 (2): 1-353. <https://bit.ly/3E3nMFL>
- Passy SI, Blanchet FG. 2007. Algal communities in human-impacted stream suffer beta-diversity decline. *Diversity and Distributions*. 13 (6): 670-9. <https://bit.ly/3EaxUN3>
- Pérez R, Pineda R, Medina M. 2007. Integridad biótica de ambientes acuáticos. Primera edición. México: Instituto Nacional de Ecología. 43 pp. <https://bit.ly/3FIKkWA>
- Poveda C, Rojas C, Rudas A, Rangel-CH O. 2004. Climas del Chocó Biogeográfico de Colombia. 39-89 pp. En: Rangel J. (ed). *Colombia Diversidad Biótica IV: Chocó Biogeográfico/Costa Pacífica*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Editorial Universidad Nacional de Colombia. 997 pp. <https://bit.ly/3NuBd42>
- Prescott GW. 1970. How to know the freshwater algae. 3rd ed. Picture Key Series. Dubuque: Wm. C. Brown Company publishers. 293 pp. <https://bit.ly/3FH8tni>
- Pujante A, Martínez-López F, Tapia G. 1995. Macroinvertebrados y calidad de las aguas de los ríos próximos a la Central Térmica de Andorra (Teruel, España). *Limnética*. 11 (2): 1-8. <https://bit.ly/3sZI3pi>
- Ramírez A, Viña G. 1998. *Limnología colombiana. Aportes a su conocimiento y estadísticas de análisis*. Bogotá: Universidad Jorge Tadeo Lozano, Exploration Company Limited. 293 pp. <https://bit.ly/3DYLK4W>
- Reynolds CS. 1997. *Vegetation processes in the pelagic: a model for ecosystem theory*. Oldendorf: Ecology Institute. 371 pp. <https://bit.ly/3FHBgrJ>
- Ríos EL, Palacio JA, Aguirre NJ. 2008. Physical chemistry water variation of the swamp El Eneal, Sanguaré natural reserve municipality of San Onofre-Sucre, Colombia. *Rev Fac Ing Univ Antioquia*. 46: 39-45. <https://bit.ly/3thC1k9>
- Rivera-Rondón CA, Díaz-Quiróz C. 2004. Grandes taxones de fitobentos y su relación con la hidrología, física y química de pequeños ríos andinos. *Universitas Scientiarum*. 9: 75-86. <https://bit.ly/3DuOeGw>
- Rivera CA, Donato J. 2008. Influencia de las variaciones hidrológicas y químicas sobre la diversidad de diatomeas bénticas. pp. 83-102. En: Donato J (ed.). *Ecología de un río de montaña de los Andes colombianos (río Tota, Boyacá)*. Bogotá: Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Colección Textos. <https://bit.ly/3UsVIWO>
- Roldán G, Ramírez JJ. 2008. *Fundamentos de limnología neotropical*. 2^a ed. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia. 443 pp. <https://bit.ly/330YvJ0>
- Sommer U. 1993. Relaciones de diversidad de perturbaciones en dos lagos de química nutriente similar, pero con regímenes de perturbación contrastantes. *Hydrobiología*. 249: 59-65.
- Stevenson RJ, Bothwell ML, Lowe RL, Thorp JH. 1996. *Algal ecology: Freshwater benthic ecosystem*. Series Editor. UK: Academic Press. 871 pp. <https://bit.ly/3sV16RH>
- Vidal LA. 2010. Manual del fitoplancton hallado en la



- Ciénaga Grande de Santa Marta y cuerpos de agua aledaños. Bogotá: Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. 38 pp. <https://bit.ly/3hcaEVK>
- Wetzel RG. 1983. *Limnology*. 2nd ed. Philadelphia: Saunders College Publishing. <https://bit.ly/3FGVK45>
- Whitford LA, Schumacher GJ. 1973. *A manual of freshwater algae*. Raleigh: Sparks Press. 324 pp. <https://bit.ly/3NyIH6s>
- Zapata AM, Donato JC. 2005. Cambios diarios de las algas perifíticas y su relación con la velocidad de la corriente en un río tropical de montaña (río Tota-Colombia). *Limnética*. 24 (3-4): 327-38. <https://bit.ly/3sYB0wZ>