

Patrones de distribución espacial del fitoplancton en tres lagunas de la Amazonia ecuatoriana

Gianina Bricchetto Llerena

Universidad Internacional del Ecuador, Escuelas de Biología Aplicada, Turismo y Medio Ambiente, Campus Quito, Ecuador

Autor para correspondencia: email: giany_bricchetto@hotmail.com

Esteban Terneus Jácome

Universidad Internacional del Ecuador, Escuelas de Biología Aplicada, Turismo y Medio Ambiente, Campus Quito, Ecuador.

Autor para correspondencia: email: giany_bricchetto@hotmail.com

Fecha de recepción: 13 de junio de 2018 / Fecha de aceptación: 21 de septiembre de 2018

Resumen

Este estudio estimó los patrones de distribución espacial de la comunidad fitoplanctónica en tres lagunas amazónicas (Laguna Grande, Mateococha y Canangüeno) dentro de la Reserva de Producción de Fauna Cuyabeno (RPFC), en función de la dinámica térmica y variación del oxígeno en dos ciclos hidrológicos estacionales, aguas altas (AA) y aguas bajas (AB). Se seleccionaron tres puntos de muestreo en cada laguna (entrada, medio y salida). Se recolectaron 54 muestras de fitoplancton con una botella Van Dorn a distintas profundidades y los resultados se los confrontó con parámetros de físico-química de agua. Para determinar la relación de la biota con los factores abióticos se aplicó un análisis de Correspondencias Canónicas (CCA). Los resultados de la dinámica térmica muestran patrones definidos de estratificación térmica en aguas bajas, mientras que, en aguas altas, no se determinó estratificación térmica. En cuanto a los grupos representativos de fitoplancton se identificaron 80 géneros de algas, de los cuales *Spondylosium sp.*, *Navicula sp.* y *Melosira sp.* dominaron en AA, mientras que *Chroococcus sp.*

y *Peridinium sp.* dominaron en AB. En definitiva, la dinámica ecológica de las tres lagunas es homogénea durante AB mientras que en AA presentan un incremento en su biota, a consecuencia de las intensas variaciones en sus patrones abióticos.

Palabras clave: Cuyabeno, Limnología, termoclina, fitoplancton, estratificación térmica.

Abstract

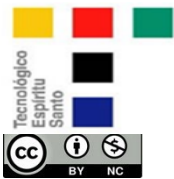
This study estimates the spatial distribution patterns of phytoplankton community in three Amazonian lakes (Laguna Grande, Mateococha and Canangüeno) within Cuyabeno Fauna Production Reserve (RPFC), through thermal dynamics and oxygen variation in two seasonal hydrological cycles, high waters (AA) and low waters (AB). Three sampling points were selected in each lake (entrance, middle and exit). 54 phytoplankton samples were collected with a Van Dorn bottle at different depths and the results were faced with water physics-chemistry parameters. An analysis of Canonical Correspondences (CCA) was applied to determine the relationship of biota with abiotic factors. The thermal dynamics results show definite patterns of thermal stratification in low waters, while in high waters, thermal stratification was not determined. About the most representative phytoplankton groups, 80 genera of algae were identified, of which *Spondylosium sp.*, *Navicula sp.* and *Melosira sp.* dominated in AA, while *Chroococcus sp.* and *Peridinium sp.* they dominated in AB. Definitely, the ecological dynamic of three lakes is homogeneous during AB, while in AA they present an increase in their biota, as a result of the intense variations in their abiotic patterns.

Keywords: Cuyabeno, limnology, thermocline, phytoplankton, thermal stratification.

Introducción

El ecosistema acuático, al igual que el terrestre, es el resultado de la interacción entre el agua, la atmósfera, la tierra y los organismos vivos. Éste se constituye por todos los organismos que viven en él, los productores, los consumidores, y los descomponedores; la acción conjunta de estos tres grupos de organismos determina la productividad y el balance ecológico de un ecosistema acuático (Roldán, 2009).

El fitoplancton como productor primario funciona como indicador de las presiones hidromorfológicas que determinan cambios en la tasa de renovación del agua en lagos y embalses. Una de las características más importantes de las algas es su capacidad depuradora del



ambiente, ya que a través del proceso de fotosíntesis incorporan oxígeno, contribuyendo de esta manera a la descomposición de la materia orgánica, por un lado y por el otro, inyectan oxígeno disuelto en el agua, que es utilizado por las otras comunidades u organismos que componen la flora y fauna del medio acuático donde viven (Tapia y Naranjo, 2014).

La riqueza y distribución espacial del fitoplancton puede verse afectada por distintas razones, entre las de mayor importancia se pueden considerar, la variación hidrológica estacional, y la disponibilidad de nutrientes en el medio, dos factores decisivos para conocer los patrones de productividad primaria en el sistema, los mismos que tienen relación con la disponibilidad de oxígeno en el medio y la variación de la temperatura a lo largo de la columna de agua (Bortolini *et al.*, 2016).

Esta investigación ampliará el conocimiento de la dinámica de productividad primaria en los sistemas lacustres de la región amazónica, poco conocida en el país, a través del análisis de la comunidad fitoplanctónica en el sistema lacustre de Cuyabeno, estudiando la dinámica ecológica de los principales géneros y especies de productividad primaria que habitan en estas lagunas y su interacción con factores abióticos, a fin de conocer mejor su diversidad, valor ecológico y potencial productivo en los sistemas lacustres de la Reserva de Producción Faunística Cuyabeno.

Marco Teórico

Los estudios referidos al fitoplancton de grandes ríos de Sudamérica son escasos, y aun cuando existen valiosos aportes sobre el tema, la mayoría de los trabajos pueden considerarse puntuales, dada la reducida extensión geográfica en que han sido desarrollados (Zalocar de Domitrovic, 2004) algunos de los estudios en ambientes amazónicos más cercanos al

Sistema Lacustre Cuyabeno son los reportados por Zalocar de Domitrovic, (2004); Melo *et al.*, (2004), Passarinho *et al.*, (2013) y Ramírez (2015); Argentina, Brasil y Colombia respectivamente. Estos autores ponen de manifiesto la gran influencia de algunos parámetros ambientales, como el oxígeno y la temperatura, sobre la composición y estructura del fitoplancton, así como en sus patrones de distribución y desplazamiento a lo largo de la columna de agua.

La concentración de oxígeno en el agua varía con la temperatura y la salinidad. El agua dulce alcanza saturaciones hasta de 14,0 mg/l cuando la temperatura es 0°C y su densidad llega al punto más alto cercano a las 4 °C. El oxígeno se difunde lentamente en el agua, y si no fuera por los procesos de mezcla de las capas de agua superficiales y profundas, a causa del viento y las

corrientes internas, el oxígeno por debajo de la zona eufótica (fotosintética) sería cercano a cero (Roldan y Ramírez, 2009). Por lo tanto, la interacción del oxígeno disuelto con la temperatura es importante porque tiene una dinámica heterogénea en la laguna, ya que en la superficie se produce debido a la fotosíntesis, mientras que el consumo se incrementa conforme la profundidad aumenta, debido a que todos los organismos necesitan del elemento para su metabolismo (Molina, 2013), condicionando de esta manera, los patrones de distribución vertical del fitoplancton.

Por su parte, la temperatura determina la producción del fitoplancton, en términos de biomasa, de acuerdo a los mecanismos de adaptación evolutiva desarrollados por cada especie, fisiológicamente tiene una fuerte influencia sobre la tasa de reproducción de estos organismos, debido a que actúa sobre los procesos enzimáticos y sobre la composición celular (León-López, 2012). Es difícil determinar dichos rangos de manera general ya que la forma en que la temperatura influye sobre otros organismos es específica de cada especie (Goldman, 1977). De igual forma, la variación de temperatura a lo largo de la columna de agua, está determinada por los cambios estacionales (lluvia o sequía) y por la dinámica de las corrientes internas responsables de los procesos de mezcla en el ecosistema acuático.

El identificar la interacción de estos dos elementos a lo largo de la columna de agua, permitirá entender la compleja dinámica ecológica del fitoplancton en las lagunas amazónicas, y su papel en los importantes procesos de productividad primaria, mineralización de la materia orgánica y generación de recursos alimenticios para la cadena trófica de estos ambientes particulares.

Materiales y métodos

El presente estudio se llevó a cabo en el sistema lacustre de Cuyabeno, específicamente en tres lagunas amazónicas, Laguna Grande, Canangüeno y Mateococha, conectadas entre sí cercanamente (Figura 1).

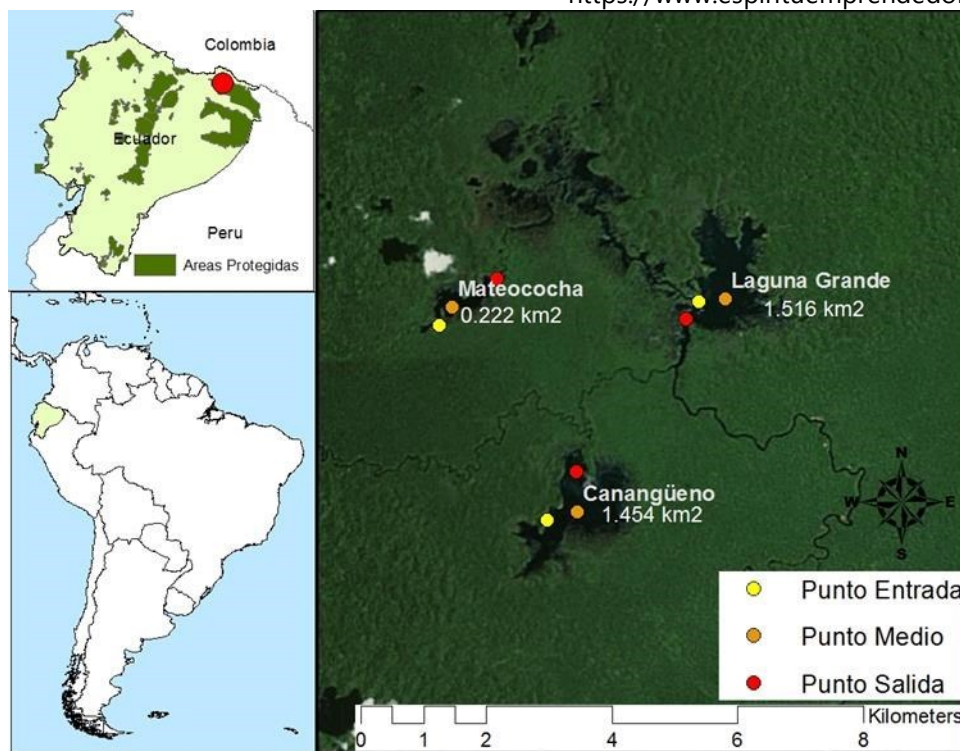


Figura 1. Mapa de ubicación del sistema lacustre de Cuyabeno al interior de la RPFCA, en la Amazonía nororiental del Ecuador, enfatizando los tres puntos de muestreo en cada laguna de estudio

Se establecieron tres puntos en cada laguna, los cuales fueron muestreados durante aguas altas (AA) y aguas bajas (AB), los puntos de muestreo de las lagunas se establecieron en base a la corriente de entrada, salida de agua y el centro de cada laguna. Cada punto se identificó como Punto Entrada, Medio y Salida en cada laguna.

Para los datos de campo se diseñó una ficha en la que se registró información referente a la posición del punto de muestreo, datos bióticos y abióticos de la columna de agua, todas las muestras de fitoplancton se recolectaron desde una canoa y en cada punto se realizaron muestreos estratificados con una Botella Van Dorn (Figura 2), la cual tiene una capacidad de almacenamiento de dos litros, los mismos que son recogidos de forma horizontal a diferentes profundidades de la columna de agua. La estratificación se dio en base al establecimiento de la zona fótica, la cual está determinada por la transparencia del agua y la visibilidad del Disco Secchi a lo largo de la columna de agua. Se filtraron los dos litros de agua colectados con una Botella Van Dorn de cada estrato de muestra, utilizando una red de fitoplancton de 60 micras, a la cual se encontraba adaptado un frasco extraíble de 250 ml. para el almacenamiento y preservación de la muestra con formalina al 4%. Simultáneamente se midió la concentración de

Esta obra se comparte bajo la licencia Creative Common Atribución-No Comercial 4.0

International (CC BY-NC 4.0)

Revista Trimestral del Instituto Superior Tecnológico Espíritu Santo

oxígeno en cada estrato de muestreo con la ayuda de un equipo multiparámetro electrónico marca Lab-Din (Modelo LI900P-CN) (Figura 2).

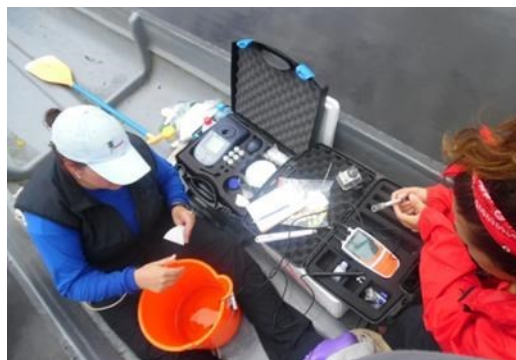


Figura 2. Recolección de muestras de fitoplancton con botella Van Dorn y medición de oxígeno y temperatura con equipo multiparámetros.

La identificación de fitoplancton se realizó en el laboratorio de la Universidad Internacional del Ecuador (UIDE), con la ayuda de claves taxonómicas dicotómicas (Belling y Sigeo, 2010; Botes, 2001), se procesaron 36 muestras de 250 ml, 18 para aguas altas y 18 para aguas bajas. Para el respectivo conteo de fitoplancton se utilizó un microscopio marca Olympus CX21FS1 y una cámara de Neubauer donde se colocaron muestras de agua previamente centrifugadas (K-Centrífuga PLC SERIES) para el conteo y fotoidentificación taxonómica (Figura 3).



Figura 3. Cámara de Neubauer para conteo de algas y Centrífuga para acelerar procesos de sedimentación y facilitar la toma de muestras por resuspensión.

Para entender los patrones de distribución de fitoplancton y su interacción con las variables abióticas, se aplicó un Análisis Canónico de Correspondencias (ACC). Se logró determinar qué variables son importantes de acuerdo con la época y cómo estas afectan la presencia y distribución de las comunidades fitoplanctónicas.

Las variaciones de la temperatura y oxígeno disuelto a lo largo de la columna de agua fueron representadas por histogramas de frecuencia para determinar si existe estratificación térmica o no en cada punto de muestreo y establecer los patrones de recambio y resuspensión en cada laguna.

Resultados y discusión

Los tres cuerpos de agua mostraron diferentes abundancias fitoplanctónicas durante el muestreo de las dos épocas estacionales (Figura 4). Durante aguas altas se registraron 80 géneros, mientras que, para aguas bajas, tan solo 16 géneros y 3 morfotipos fueron identificados.

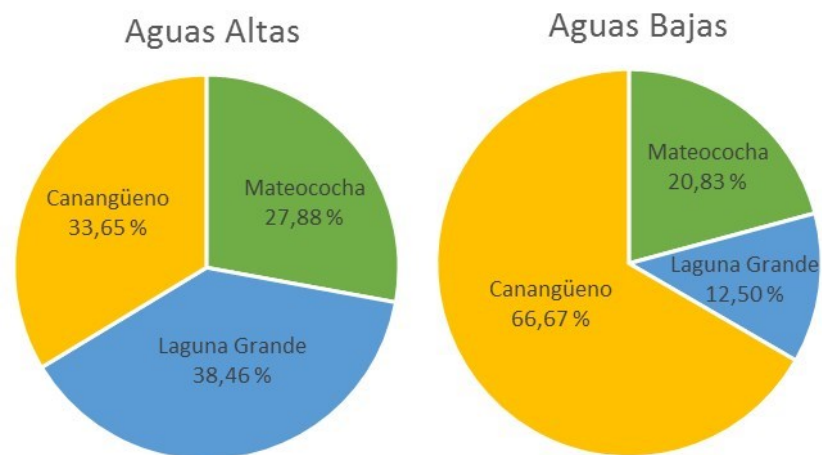


Figura 4. Porcentaje de géneros identificados en las lagunas muestreadas durante las dos épocas estacionales

En la Figura 5, los órdenes Desmidiáles, Melosirales y Euglenales marcan la diferencia en abundancia en la época de aguas altas en la Laguna de Canangüeno, mientras que en la época de aguas bajas el orden Desmidiáles no está presente y solo hay presencia de seis órdenes. Los patrones de temperatura de la laguna de Canangüeno son totalmente diferente a las otras lagunas de muestreo, ésta presenta una temperatura muy marcada para las dos diferentes épocas estacionales.

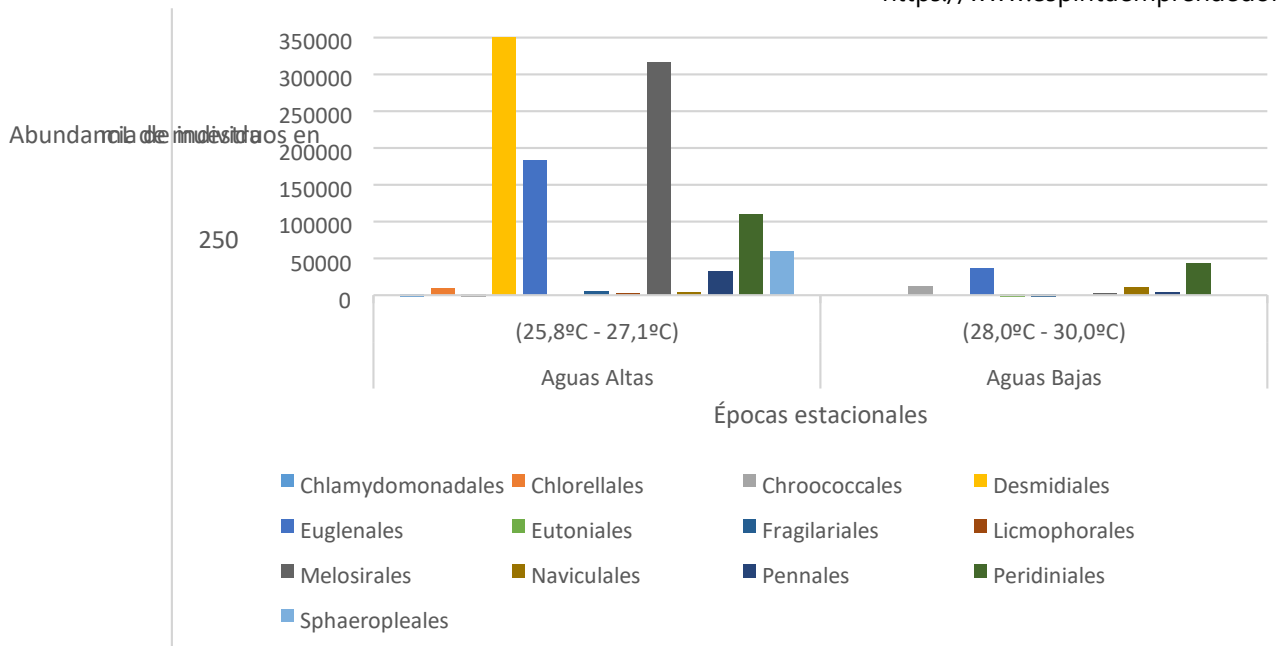


Figura 4. Órdenes de Fitoplancton presentes en la Laguna de Canangüeno durante las dos épocas estacionales.

Los patrones de variación térmica y de concentración de oxígeno con respecto a la profundidad de cada punto de muestreo mostraron comportamientos heterogéneos (Figura 6). La profundidad máxima de las lagunas en aguas altas fue de 5,80 metros, y por ser lagunas poco profundas, la temperatura de estas lagunas amazónicas en aguas altas no muestra una marcada estratificación térmica, por lo que el epilimnion, hipolimnion y termoclina no se encuentran bien definidos, como si ocurre en lagos de países de cuatro estaciones, ya que existe un gran recambio en el cuerpo de agua y la temperatura se mantiene casi constante en toda la columna de agua. A continuación, se muestran, como ejemplos, los patrones de variación de la temperatura y el oxígeno en la Laguna Grande durante las dos épocas de estudio.

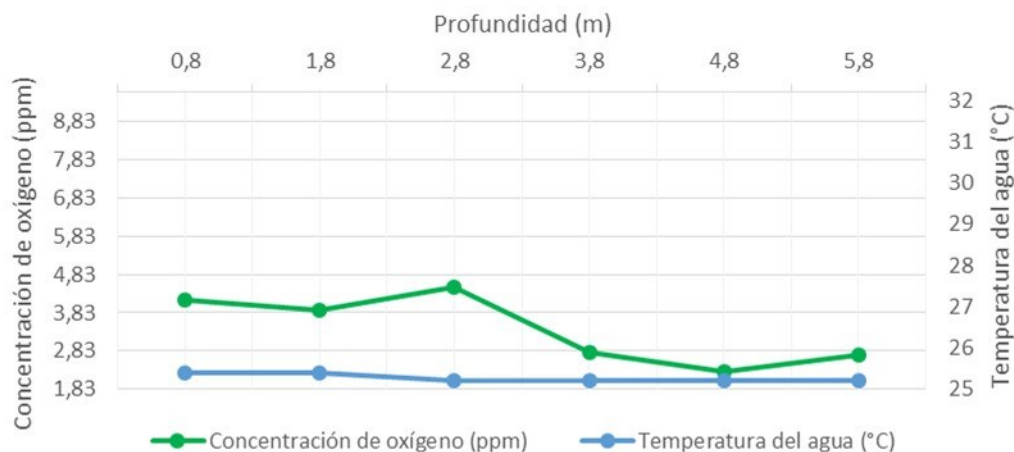


Figura 6a.- Dinámica térmica y concentración de oxígeno en el punto entrada de Laguna Grande durante aguas altas (AA)

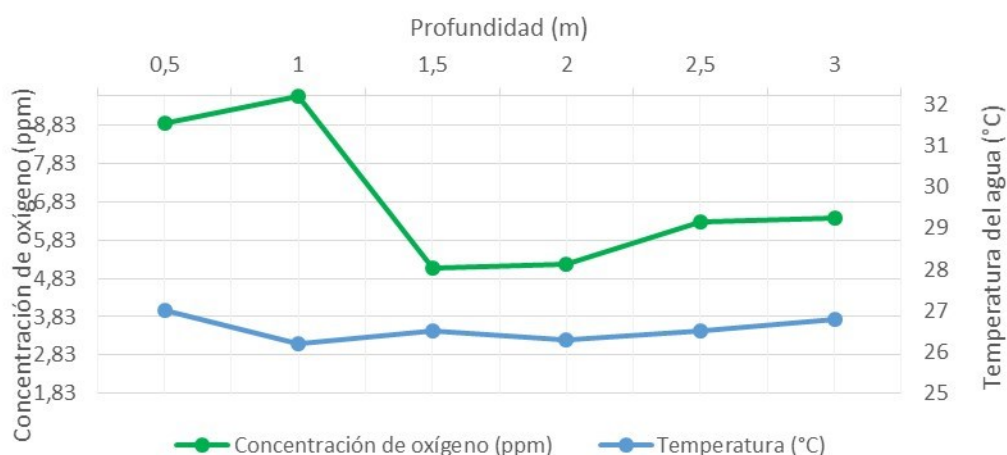


Figura 6b.- Dinámica térmica y concentración de oxígeno en el punto entrada de laguna Grande durante aguas bajas (AB)

Estos patrones de variación de oxígeno y temperatura ponen de manifiesto la fuerte incidencia de la estacionalidad en el comportamiento de los cuerpos de agua, lo cual se ve reflejado también en la dinámica ecológica del fitoplancton.

Por su parte, el Análisis de Correspondencia Canónica (CCA) para aguas altas muestra diferencias en los patrones de distribución espacial entre Canangüeno y las otras dos lagunas (Mateo Cocha y Laguna Grande), al igual que durante aguas bajas, esto se puede atribuir a la

poca profundidad que posee la laguna de Canangüeno; por esta razón existe una relación directa de la temperatura y la variación de la concentración de oxígeno (Figura 7).

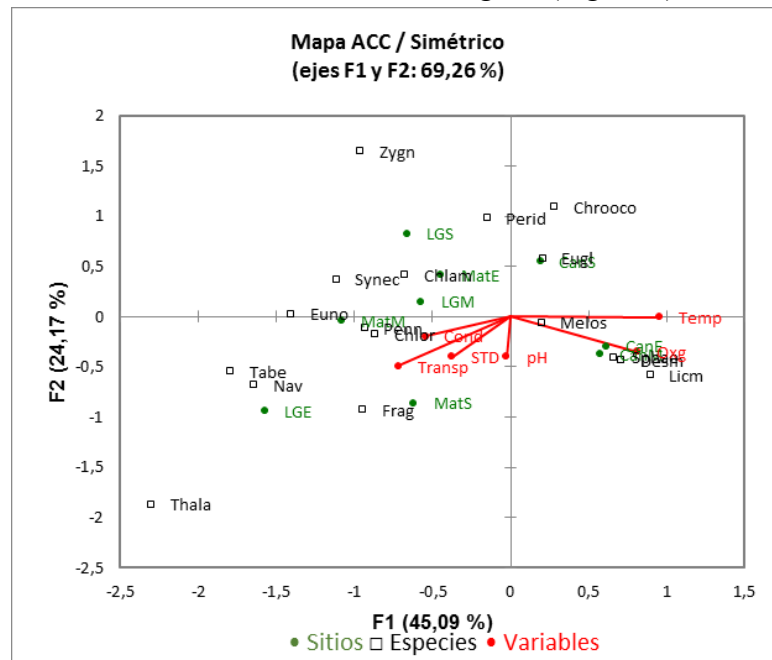


Figura 7a.- Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) generado para aguas altas y la incidencia de variables abióticas sobre los patrones de distribución del fitoplancton

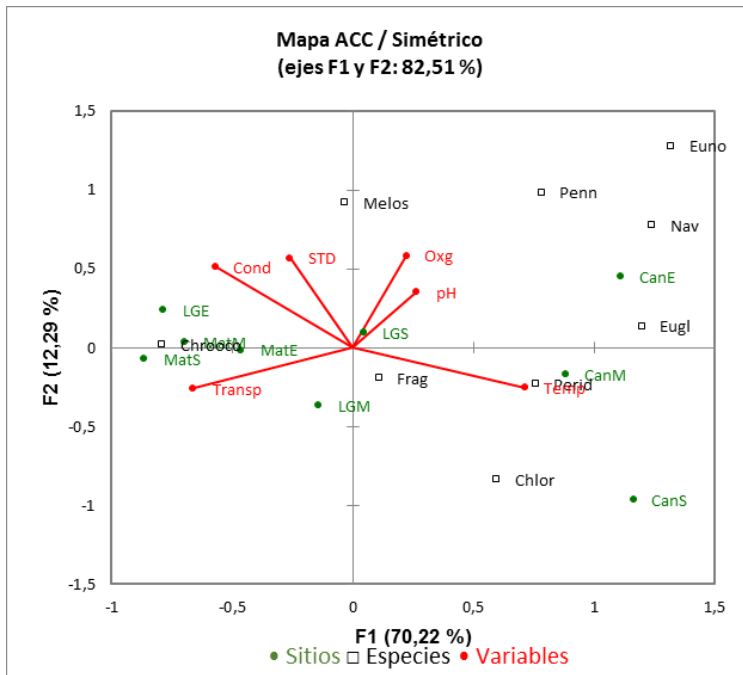
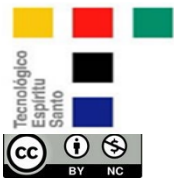


Figura 7b.- Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) generado para aguas bajas y la incidencia de variables abióticas sobre los patrones de distribución del fitoplancton

Se detallan los nueve puntos de muestreo y 17 órdenes fitoplanctónicos: pH, Temp (Temperatura del agua - °C), Transp (Transparencia del agua - Disco Secchi), Oyg (Concentración de oxígeno - ppm), STD (Sólidos disueltos totales - ppm) y Cond (Conductividad - μ s). Puntos de muestreo: MatE - MatM - MatS (Laguna de Mateococha: Entrada - Medio - Salida), LGE - LGM - LGS (Laguna Grande: Entrada - Medio - Salida) CanE - CanM - CanS (Laguna de Canangüeno Entrada - Medio - Salida). Órdenes: Chlor (Chlorellales), Chrooco (Chroococcales), Eugl (Euglenales), Euno (Eunotiales), Frag (Fragilariales), Melos (Melosirales), Nav (Naviculales), Penn (Pennales) y Perid (Peridinales).

El análisis muestra que para aguas altas las variables que tienen mayor incidencia sobre el comportamiento del fitoplancton son la temperatura y la concentración de oxígeno; los órdenes de mayor relación con estas variables son: Melosirales, Desmidiáles, Licmophorales, Sphaeropleales, Euglenales y Chroococcales; mientras que en aguas bajas, la temperatura tiene más influencia sobre el fitoplancton de Canangüeno, quizá por su bajo nivel de profundidad asociado a algunos grupos afines a esta condición como: Chlorellales, Peridinales y Fragilariales; mientras que los órdenes Euglenales, Naviculales, Pennales, Eunotiales, y Melosirales muestran mayor dependencia por las variaciones en la concentración de oxígeno y el



pH del agua, particularmente en los puntos de entrada de la laguna de Canangüeno y salida de Laguna Grande.

Conclusiones

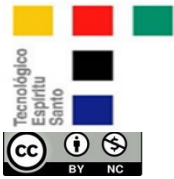
No existe una estratificación térmica definida en la columna de agua de las lagunas muestreadas (Laguna Grande, Mateococha y Canangüeno). La conformación del Epilimnion, Termoclina e Hipolimnion no guardan consistencia con los resultados obtenidos para las lagunas templadas de países de cuatro estaciones, por lo que las lagunas estudiadas son polimícticas. De igual forma, la dinámica ecológica de las lagunas amazónicas es totalmente diferente a las lagunas andinas, éstas no presentan una estratificación regular diaria, atribuidas a efectos como el viento, el ingreso de tributarios, corrientes, recambio, pulso de inundación, épocas estacionales y alteraciones antropogénicas.

Se considera que la laguna más rica y abundante en términos fitoplanctónicos es la Laguna de Canangüeno, tanto en aguas altas como en aguas bajas muestra valores superiores a las otras lagunas y la taxa predominante está representada por órdenes tales como Euglenales, Melosirales, Pennales, Peridiniales y Desmidiiales; es importante resaltar que las abundancias fitoplanctónicas están relacionadas con las variables abióticas de cada laguna, incluyendo la época estacional y modificaciones del ambiente a consecuencia de las alteraciones antropogénicas en la zona, lo que lleva a pensar que se trata de una laguna con características abióticas particulares, lo que se expresa en una composición biótica única.

Los patrones de inundación son factores reguladores del ecosistema que beneficia el mantenimiento de los procesos ecológicos y la biodiversidad de lugar, la capa limnofásica interfiere con la riqueza del fitoplancton e influye en el patrón de dominancia de las especies (Bartolini *et al*, 2016). En este estudio se observó una fuerte diferenciación de la riqueza y abundancia del fitoplancton entre los dos períodos estacionales analizados.

Referencias

- Belling, E y Sigeo, D. (2010). *Freshwater Algae Identification and Use as Bioindicators*. Wiley–Blackwell.<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9780470689554.ch3/summary>
- Bortolini, J., Train, S y Rodríguez, L. (2016). *Extreme hydrological periods: effects on phytoplankton variability and persistence in a subtropical floodplain*. *Hydrobiologia* 763: 223-236.
- Botes, L. (2001). *Phytoplankton Identification Catalogue. Saldanha Bay. South Africa*. <http://globallast.imo.org/wp-content/uploads/2014/11/Mono7.pdf>
- Goldman, J. (1977). *Temperature effects on phytoplankton growth in continuous culture*. *Woods Hole Oceanographic Institution*, 22(5), 932-936. Citado en (Molina, 2013).
- León-López, N., Rivera-Rondón, C.A., Zapata, A., Jiménez, J., Villamil, W. Arenas, G. (2012). *Factors controlling phytoplankton in tropical high-mountain drinking-water reservoirs*. *Limnetica*. 31: 305-322.
- Melo, S., Huszar, V., Roland, F., Esteves, F y Bozelli, R. (2004). *Phytoplankton diel variation and vertical distribution in two Amazonian floodplain lakes (Batata Lake and Mussurá Lake, Pará-Brasil) with different mixing regimes*. *Amazoniana*. 18(1/2):1-10.
- Molina, M. (2013). *Efectos del derrame de petróleo sobre la comunidad fitoplanctónica de la laguna de Papallacta y sus principales afluentes*. Tesis de grado. Universidad Internacional del Ecuador.
- Passarinho, K., Marques, M y Train, Sueli. (2013). *Diel responses of phytoplankton of an Amazon floodplain lake at two main hydrological phases*. *Acta Limnológica Brasiliensia*, vol 25, no 4, p. 361-374.



- Ramírez, J. (2015). *Comportamiento diario y estacional de las estructuras óptima y térmica en un embalse tropical colombiano*. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 39(150): 77-90.
- Roldán, G., y Ramírez, J. (2009). *Fundamentos de Limnología Neotropical (2 ed.)*. Editorial Universidad de Antioquia. Antioquia, Colombia.
- Tapia, M.E. y Naranjo, C. (2014). *Plancton continental en el Río Napo ecuatoriano durante abril de 2010*. Acta Oceanográfica del Pacífico. Vol. 19, N°2. Instituto Oceanográfico de la Armada. INOCAR.
- Zalocar de Domitrovic, Y. (2004). *Distribución del fitoplancton en el eje potámico ParaguayParaná en dos periodos del ciclo hidrológico*. Universidad Nacional del Nordeste. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas.