

Estudio Preliminar de Fitoplancton en la Laguna de Colta, Chimborazo-Ecuador

¹María Verónica Maila Álvarez, ²Elizabeth Yolanda Pérez Alarcón y ³Helen Iveth Figueroa Cepeda

mvmaila@uce.edu.ec; eyperez@uce.edu.ec; hifigueroa@uce.edu.ec

¹⁻³ Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales, Química y Biología.
Universidad Central del Ecuador.

² Carrera de Arquitectura. Universidad Central del Ecuador.

Resumen

El estudio de fitoplancton realizado en el mes de diciembre del 2015 en la Laguna de Colta, ubicada en la Provincia de Chimborazo, Cantón Colta, entre las parroquias San Lorenzo de Sicalpa y Santiago de Quito, cumplió con los siguientes objetivos: 1) Determinar los géneros de microalgas. 2) Evaluar la calidad biológica del agua de la laguna empleando como índices de bioindicación a los organismos fitoplanctónicos. 3) Establecer los campos potenciales de aplicación de los géneros de algas más frecuentes encontrados en el cuerpo de agua. El estudio comprendió cinco estaciones de análisis situadas en el centro y norte de la laguna. La metodología empleada en el campo abarcó dos técnicas, de arrastre y filtrado en una red de 30^{um} de poro. Analizadas las muestras, se registraron un total de 1.758 individuos agrupados en 29 géneros, 27 familias, 21 órdenes y 5 divisiones. Los géneros con mayor representatividad corresponden a *Oocystis* (933 individuos), *Spirogyra* (299 individuos) y *Chlorella* (237 individuos). Aplicando el Índice de Diversidad de Shannon-Wiener se reportan las categorías de: Diversidad Alta (Zona Turís-

tica), Diversidad Media (Zona de Pastoreo y Zona Poblada) y Diversidad Baja (Zona de Totoras y Centro de la Laguna). Según el Índice de Polución Orgánica propuesto por Palmer a nivel de géneros, el cuerpo de agua estudiado presenta dos de las tres categorías así, Baja Contaminación Orgánica (Zona de Pastoreo, Zona Poblada, Zona de Totoras y Centro de la Laguna) y Polución Orgánica Intermedia (Zona Turística). Con respecto al índice de similitud de Sorensen, los valores fluctúan entre el 0% (Zona Poblada-Zona de Totoras) y el 42% (Zona de Totoras-Centro de la Laguna). Respecto al uso potencial de los géneros dominantes, *Chlorella* tiene mayor probabilidad de aplicación en las comunidades aledañas a la laguna.

Abstract

The phytoplankton study conducted in the month of December 2015 in Colta Lake, located in Colta Canton, Chimborazo Province, between San Lorenzo de Sicalpa and Santiago de Quito parishes, met the following objectives: 1) Determine the gender of microalgae. 2) Evaluate the biological quality of the water in the lake using

the phytoplankton organisms as indices of bioindication.3) Establish the potential application fields of the most common algae genera found in the body of water. The study included five analysis stations located in the north center of the lake. The method used in the field consisted of two techniques: dragging and filtering in a net of 30-micrometer pores. In the analyzed samples, a total of 1758 individuals grouped within 29 genera, 27 families, 21 orders and 5 divisions were recorded. The most representative genera correspond to *Oocystis* (993 individuals), *Spirogyra* (299 individuals), and *Chlorella* (237 individuals). Applying the Shannon-Wiener Diversity Index, the diversity categories are reported: High Diversity (tourist zone), Medium Diversity (grazing area and populated area), and Low Diversity (reed area and center of the lake). According to the Organic Pollution Index proposed by Palmer at the genus level, the body of water studied presents two of three categories: Low Organic Pollution (grazing area, populated area, reed area and center of the lake), and intermediate organic pollution (tourist zone). With respect to the Sorensen Similarity Index, values range from 0% (populated zone - reed zone) and 42% (reed zone - center of the lake). Regarding the potential use of dominant genera, *Chlorella* has a higher probability of use in the communities surrounding the lake.

Introducción

El empleo de los organismos planctónicos como bioindicadores en la determinación de la calidad del agua en el Ecuador aún es incipiente, pues hay sólo unos pocos investigadores que

se dedican parcialmente al estudio del mismo. Esta escasez de estudios se evidencia por los limitados trabajos de investigación publicados sobre la diversidad fitoplanctónica y su bioindicación de sistemas dulceacuícolas.

Los estudios hasta el momento realizados en la laguna de Colta han sido encaminados al uso y explotación de los recursos turísticos (Andrade 2012), mas no se registran trabajos específicos direccionados al estudio del componente planctónico, y menos aún se considera a la laguna como un ecosistema con sus características propias de transición de comunidades que en ella habitan.

Entre los estudios relacionados con el presente trabajo respecto a la composición fitoplanctónica de laguna de altura se menciona: "Variación temporal de fitoplancton de seis lagunas altoandinas en relación a las características físico-químicas del medio" (Merchán y Sparer 2015) y "Algunos aspectos limnológicos de un lago altoandino: El Lago San Pablo" (Casallas y Gunkel 2002), estudios con los que en lo posterior se establece comparación.

Para el desarrollo del presente estudio se superaron limitaciones relacionadas con claves de identificación taxonómica y metodología. Al no disponer de claves de identificación propias para el Ecuador se emplearon claves regionales de países como México y Colombia, de igual manera al no existir metodologías locales estandarizadas tanto de campo como de laboratorio se optó por aplicar técnicas universales como arrastre y filtrado para la fase de campo y de barrido para el análisis en el laboratorio.

En virtud de lo expresado en los párrafos precedentes, el presente trabajo tiene como objetivo principal determinar la composición del fitoplancton de la Laguna de Colta, como recurso potencial para posteriores estudios de aplicación.

Área de Estudio



Figura N° 1. Laguna de Colta-Riobamba
Fuente: mapasecuador.net

El estudio se ejecutó en la Laguna de Colta, la misma que se ubica aproximadamente a 17 km al sur de Riobamba, como se muestra en la figura 1. Se asienta en las Parroquias de Sicalpa y Santiago de Quito, en la Provincia de Chimborazo, Cantón Colta. De acuerdo a Sierra (como se citó en Ministerio del Ambiente del Ecuador 2012), el sector se ubica en la formación vegetal herbazal lacustre montano alto. Los datos de las estaciones de muestreo, coordenadas y altitud se citan en el cuadro 1, así como las características físicas en el cuadro 2. Por su posición altitudinal se enmarca

dentro de las lagunas de altura, pues se encuentra a 3.420 m.s.n.m. Con respecto a su origen, es el resultado de la obstrucción del Río Colta por una corriente de lava ocurrido hace 2.000 años aproximadamente, lo que la cataloga como una laguna reciente. Los escasos metros de profundidad están supeditados al abastecimiento de los arroyos estacionales y de las precipitaciones del sector (Santander y Muñoz 2005).

A la fecha se registran estudios de la Laguna en diferentes ámbitos, unos direccionados al estudio del campo turístico “Diseño de un Plan de Manejo Turístico Sostenible para la Laguna de Colta, Cantón Colta, Provincia de Chimborazo” (Andrade 2011), otros a la descripción ambiental “*The Environmental History of Laguna de Colta, a Lake in the Ecuadorian Andes*” (Greigor 1967), al levantamiento de la línea base de microorganismos bacterianos presentes en el sedimento “Obtención del Consorcio Bacteriano Nativo del Sedimento de la Laguna de Colta del Cantón Colta” (Serrano 2014) y “Eficacia de los Consorcios Bacterianos y Fúngicos Nativos en la Remoción de Metales Pesados por Biolixiviación de los Sedimentos de la Laguna de Colta del Catón Colta” (Cáceres 2015) entre otros. Pese al desarrollo de estudios previos en la laguna, no se registran trabajos relacionados de manera directa con el componente fitoplanctónico. En el trabajo realizado por Greigor Jr. (1967), se menciona de manera muy general en la descripción limnológica la existencia de crustáceos pequeños como un componente del plancton, mas no se describen a las comunidades fitoplanctónicas.

Cuadro N° 1

Datos geográficos de las estaciones de muestreo

Punto	Nombre del Punto	Coordenada en X (Zona 17)	Coordenada en Y (Zona 17)	Altitud (m.s.n.m.)
1	Zona Turística	0749229	9809096	3310
2	Zona de Pastoreo	0749601	9808971	3310
3	Zona Poblada	0749869	9808356	3249
4	Zona de Totoras	0749140	9808794	3310
5	Centro de la Laguna	0749649	9807746	3309

Fuente: Trabajo de campo, Colta-2015

Cuadro N° 2

Características físicas de las estaciones de muestreo y hora de muestreo

Punto	Nombre	T °C	pH	Conduc-tividad (us)	Transparencia (m)	TDS (ppm)	Hora de muestreo (UTC)
1	"Zona Turística"	21,4	9,85	946	0,90	500	11:52-12:15
2	"Zona de Pastoreo"	20,3	9,25	973	< a 0,10	480	13:53-14:18
3	"Zona Poblada"	25,2	9,05	1.071	< a 0,10	544	13:15-13:40
4	"Zona de Totoras"	22,6	9,73	9,52	1,25	472	11:07-11:35
5	"Centro de la Laguna"	16,3	8,76	1.074	3	564	10:00-10:28

Nota: T=Temperatura en grados centígrados; pH= Potencial de Hidrógeno; um= Conductividad expresada en microsiemens; m= Metros de profundidad; TDS: Total de sólidos disueltos; UTC= Tiempo universal coordinado.

Fuente: Trabajo de campo, Colta-2015

Ubicación de las Estaciones de Muestreo en la Laguna de Colta

Los puntos en el estudio se ubican en diferentes microecosistemas, los cuales fueron considerados de acuerdo a su re-

levancia dentro del cuerpo de agua, a fin de caracterizar el componente fitoplanctónico de manera objetiva. La distribución de los puntos analizados se puede visualizar en la figura 2.



Figura N° 2. Estaciones de muestreo-Laguna de Colta

Fuente: maps.google.com.e. Modificado por las investigadoras, 2017

Metodología

El trabajo se realizó en diciembre del 2015 y comprendió dos fases: estudio de campo y análisis de laboratorio. En el campo se tomaron muestras de cinco estaciones, de las cuales cuatro se ubicaron en sectores periféricos de la laguna y una estación en el centro de la misma. Las estaciones fueron georeferenciadas con el uso de un GPS marca Garmin eTrex 30, cuyos datos fueron procesados mediante el programa Google Earth y se encuentran representados en la figura 2. Las características físicas se registraron a través de un kit multifactorial marca HANNA y la transparencia se determinó con un disco Secchi. Para la colección de las muestras se emplearon las técnicas de filtrado y arrastre. La técnica de filtrado se aplicó en las estaciones denominadas “Zona Turística”, “Zona de Pastoreo”, “Zona Poblada” y “Zona de Totoras”; en tanto que en la estación denominada

“Centro de la Laguna” se empleó la técnica de arrastre. La cantidad de agua filtrada fue de un litro (Ramírez 2000) con dos repeticiones por estación, y en el caso de la técnica de arrastre se realizaron tres lances durante un minuto cada uno, con la lancha en neutro en dirección contraria al viento (Ramírez 2000). Tanto para la técnica de filtrado como de arrastre se utilizó una red de 30 micras de poro. De las muestras colectadas y aforadas a 100 ml, se homogeneizó y se fraccionó en dos alícuotas de 50 ml, de las cuales una alícuota se fijó con el preservante Transeau y la otra alícuota se conservó *in vivo*. Las muestras preservadas reposan en el Laboratorio de Microbiología de la Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales, Química y Biología de la Universidad Central del Ecuador, en calidad de respaldo del estudio realizado.

En la fase de laboratorio se realizó la cuantificación *in vivo* de las microalgas,

para lo cual se empleó el método del Recuento Celular Total descrito en American Public Health Association (APHA 1999), a través de la técnica de barrido de placa de 10 ml de muestra concentrada, con tres repeticiones por punto (Ramírez 2000). En la identificación taxonómica (división, clase, orden, familia y género) se emplearon las claves y textos de identificación de: (Streble & Krauter 1987; Ramírez 2000; Van Vuuren, Taylor & Van Ginkel 2006; Novelo 2011, 2012; Siver, Hamilton & Morales 2007; Prescott 1964; Blanco, Álvarez, Cejudo y Bécares 2010;

Baldwin y Chandler 1959). Además se consultó páginas web como: (algalweb.net; protist.i.hosei.ac.jp y biodiversidad-virtual.org).

La interpretación de los resultados se realizó a través de la aplicación de los Índices de Diversidad de Shannon-Wiener (Moreno, 2001), Índice de Polución Orgánica propuesto por Palmer a nivel de géneros (Pinilla 1998) e índice de similitud de Sorensen (Villarreal, Álvarez, Córdoba, Escobar, Fagua, Gast, y Umaña 2006).

Resultados y Discusión

Diversidad

Cuadro N° 3

Número de individuos, géneros e Índice de Diversidad de Shannon-Wiener, Laguna de Colta, 2015

Denominación del Punto	N° Individuos	Riqueza (Géneros)	Índice de Diversidad de Shannon-Wiener	Interpretación
"Zona Turística"	76	18	3,4	Diversidad Alta
"Zona de Pastoreo"	34	6	1,4	Diversidad Media
"Zona Poblada"	157	18	2,8	Diversidad Media
"Zona de Totoras"	309	8	0,6	Diversidad Baja
"Centro de la Laguna"	1.182	11	0,9	Diversidad Baja

Fuente: Trabajo de laboratorio, Colta - 2015

De los resultados que se desprenden del cuadro 3, se evidencia que la estación de muestreo con mayor número de individuos contabilizados es el “Centro de la Laguna” con 1.182 individuos, en tanto que la estación con menor número de individuos lo constituye la “Zona de Pastoreo” con 34 microorganismos. Con relación al número de géneros presentes, las estaciones de muestreo que presentan mayor riqueza son la “Zona Turística” y la “Zona Poblada” con un total de 18 géneros cada una, mientras que la menor riqueza se encuentra en la “Zona de Pastoreo” con 6 géneros. De acuerdo al Índice de Diversidad de Shanon-Wiener, la “Zona Turística” registra el mayor índice con un valor de 3,4 que corresponde a una Diversidad Alta, a diferencia de la “Zona de Totoras” que registra un valor de 0,6 correspondiente a una Diversidad Baja, esto según la escala de interpretación de Magurran (1988).

La variación en las características estudiadas denota la particularidad de cada uno de los microecosistemas analizados durante la época de estiaje (seca), así pues la “Zona Turística” se encuentra influenciada por la concurrencia de visitantes y aves del sector. La “Zona de Pastoreo” caracteriza por la presencia de ganado ovino, bovino, porcino y equino. La “Zona Poblada” influenciada de manera directa por la actividad de los pobladores del sector. La “Zona de Totoras” caracterizada por la mayor

concentración de plantas correspondientes a la especie *Schoenoplectus californicus* y que presenta características de fitorremediación (Neubauer 2012). Finalmente, el “Centro de la Laguna” que a diferencia de los puntos anteriores comprende la parte del espejo de agua de mayor profundidad de la laguna, conocida como zona limnética, hecho que implica variación de condiciones físico químicas, las mismas que influyen en el tipo de microorganismos.

Al establecer comparación con estudios limnológicos en cuerpos lénticos de altura, como es el caso del estudio “Variación temporal de fitoplancton de seis lagunas altoandinas en relación a las características físico-químicas del medio” (Merchán y Sparer 2015) de acuerdo al Índice de Diversidad de Shannon-Wiener los cuerpos de agua se ubican en Diversidad Media y Alta con valores que fluctúan entre 2,8 a 3,8; mientras que aplicado el mismo índice en el presente estudio se determinó que la Laguna de Colta comparte las tres categorías de diversidad; Alta, Media y Baja con valores que oscilan entre 0,6 a 3,4. Resultados que por una parte, podrían corroborar la particularidad de cada microecosistema (Merchán y Sparer 2015) y por otra estar influenciados por factores ambientales como alta intensidad lumínica, radiación ultravioleta y la herbivoría (Casallas y Gunkel 2002).

Dominancia

Cuadro N° 4

Los tres géneros más frecuentes en las estaciones de estudio de la Laguna de Colta

Punto	Nombre del punto	Géneros más frecuentes	N° Individuos
1	"Zona Turística"	<i>Tabellaria</i> <i>Oocystis</i> <i>Chlamydomonas</i>	18 14 11
2	"Zona de Pastoreo"	<i>Spirogyra</i> sp. 1 <i>Nupela</i> sp. 1 <i>Surirella</i> sp. 2	17 9 5
3	"Zona Poblada"	<i>Surirella</i> sp. 1 <i>Nupela</i> sp. 1 <i>Tabellaria</i>	69 22 20
4	"Zona de Totoras"	<i>Spirogyra</i> sp. 1 <i>Nodularia</i> <i>Oscillatoria</i> sp. 2	282 17 3
5	"Centro de la Laguna"	<i>Oocystis</i> <i>Chlorella</i> <i>Botryococcus</i> sp. 2	918 235 6

Fuente: Trabajo de laboratorio, Colta - 2015

Discusión: Con respecto a los géneros dominantes en las estaciones de estudio descritos en el cuadro 4, destacan *Oocystis* (918 individuos), *Spirogyra* (282 individuos) y *Chlorella* (235 individuos). El primer género está presente en la "Zona Turística" con 14 individuos y en el "Centro de la Laguna" con una frecuencia de 918 individuos. El género *Spirogyra* presente en la "Zona de Pastoreo" y en la "Zona de Totoras" con 17 y 282 individuos respectivamente y *Chlorella* presente únicamente en el "Centro de la Laguna" con 235 microorganismos.

Considerando a los tres géneros más conspicuos de cada una de las estaciones de muestreo, se determina que los géneros *Tabellaria* y *Nupela* sp. 1 son comunes a dos estaciones, en tanto que los géneros *Chlamydomonas*, *Surirella* sp. 1, *Surirella* sp. 2, *Oscillatoria* sp. 2, *Nodula-*

ria y *Botryococcus* son exclusivas en una de las estaciones.

Otro aspecto que cabe resaltar es que en las zonas "Poblada", "Totoras" y "Centro de la Laguna", se evidencia la dominancia marcada de *Surirella* sp. 1, *Spirogyra* sp. 1 y *Oocystis* respectivamente, hecho que permite inferir la alteración ecológica de los microecosistemas (Ramírez 2000).

En el estudio "Variación temporal de fitoplancton de seis lagunas altoandinas en relación a las características físico-químicas del medio" (Merchán y Sparer 2015), se establecen como géneros dominantes a *Tabellaria* (Estrellas Cocha), *Staurastrum* (Jigeno), *Crucigenea* y *Dinobrion* (Napalé), *Botryococcus* (Riñón Cocha), *Diatoma* (Toreadora) y *Dinobrion* (Toreador); en tanto que en el estudio realizado

por Casallas y Gunkel (2002) "Algunos aspectos limnológicos de un lago altoandino" se citan como género dominantes a *Scenedesmus*, *Trachelomonas* y *Aulacoseira*, datos que difieren con los resultados obtenidos en el análisis de la Laguna de Colta en donde los géneros abundantes son *Oocystis*, *Chlorella* y *Spirogyra*. Pese a que todas las lagunas en men-

ción corresponden a lagunas de altura y deberían compartir similitud en la composición fitoplanctónica, se observa variabilidad en la dominancia de géneros posiblemente relacionada con el origen de las mismas, por la diferencia de altura y temperatura, entre otras condiciones ambientales.

Similitud

Cuadro N° 5

Valores en porcentajes del Índice de Similitud de Sorensen

Punto	"Zona de Pastoreo"	"Zona Poblada"	"Zona de Totoras"	"Centro de la Laguna"
"Zona Turística"	8	33	23	20
"Zona de Pastoreo"		16	14	11
"Zona Poblada"			0	6
"Zona de Totoras"				42

Fuente: Trabajo de laboratorio, Colta - 2015

Discusión: Aplicando el Índice de Similitud de Sorensen se observa que los valores fluctúan entre 0% a 42%. Las estaciones denominadas "Zona de Totoras" y "Zona Poblada" no presentan similitud alguna (0%), en tanto que el "Centro de la Laguna" y la "Zona de Totoras" presentan la máxima similitud en el presente estudio (42%). Le siguen en porcentaje de similitud la "Zona Poblada" con la "Zona Turística" (33%), las estaciones restantes no superan el 23% de similitud.

El mayor grado de similitud entre el "Centro de la Laguna" con la "Zona de Totoras" posiblemente se debe a la semejanza de condiciones determinadas al momento

del muestreo, tales como mayor profundidad de agua, menor incidencia directa y constante de la actividad antropogénica y de la ornitofauna. Situación contraria se denota al comparar la similitud de géneros existentes entre la "Zona Poblada" y la "Zona de Totoras", en las que no existe género alguno compartido entre los dos microecosistemas, fenómeno que podría deberse a la diferencia marcada de condiciones físicas descritas en el cuadro N°3 en las dos estaciones de estudio, así la "Zona de Totoras" presentó una profundidad de 1,25 m, macroalgas del género *Chara*, y plantas de la especie *Schoenoplectus californicus* las cuales se encontraron en el sitio mismo de co-

lecta, en tanto que la “Zona Poblada” se caracterizó por la escases de agua con una profundidad aproximada de 10 cm, sin presencia de vegetación *in situ*, abundante sedimento y la influencia directa de la actividad antropogénica.

Si bien se determinó el más alto nivel de similitud entre las zonas de “Totoras” y el “Centro de la Laguna” se debe considerar que dicha similitud no supera el 50%, corroborando de esta manera la individualidad de cada uno de los microecosistemas descritos anteriormente.

En los estudios tomados como referencia de comparación, no se establece este tipo de índice, mas en las conclusiones del trabajo desarrollado por Merchán y Sparer (2015) se menciona que “... las seis lagunas no mostraron un patrón similar de fluctuación, sino más bien cada laguna tiene su propio patrón particular, esto podría deberse a las características de cada laguna...” (p. 51). Este hecho se refleja en los resultados de los cinco puntos analizados en la Laguna de Colta, tal como se describe en el cuadro 5.

Polución Orgánica

Cuadro N° 6

Valores del Índice de Polución Orgánica

Punto estudiado	OPI	Cualidad
“Zona Turística”	16,00	Polución Orgánica Intermedia
“Zona de Pastoreo”	6,00	Baja Contaminación Orgánica
“Zona Poblada”	9,00	Baja Contaminación Orgánica
“Zona de Totoras”	12,00	Baja Contaminación Orgánica
“Centro de la Laguna”	12,00	Baja Contaminación Orgánica

Fuente: Trabajo de laboratorio, Colta - 2015

Discusión: Según el índice de polución orgánica propuesto por Palmer (como se citó en Roldan 1992), las estaciones de muestreo presentan dos de las tres categorías de polución, siendo la “Zona Turística”, la única que presenta Polución Orgánica Intermedia, mientras que las zonas restantes se ubican en la categoría de Baja Contaminación Orgánica, como se observa en el cuadro 6.

Sobre la base de la observación realizada en la visita de campo, en la que se evidencian factores de contaminación de

naturaleza antropogénica (afluencia de turistas, navegación, pastoreo, cultivos, entre otros) y por los excrementos de la ornitofauna propia del lugar, agravados por la escorrentía, se esperaba que los resultados arrojados por el OPI muestren valores que correspondan a la categoría de alta polución orgánica. Sin embargo, tal como se refleja en el cuadro 6 referente a los valores del OPI, ninguno de los puntos estudiados presenta alta polución orgánica. Condición que al parecer es característica de la Laguna de Colta, se-

gún se señala en el estudio “Diseño de un plan de manejo turístico sostenible para la Laguna de Colta, Cantón Colta, Provincia de Chimborazo” (Andrade 2012) en el que se manifiesta que en el análisis físico químico “... los valores del agua de la laguna casi en su totalidad están dentro de los rangos normales...” (p. 192). Condición que podría estar relacionada con la presencia y dominancia de los géneros *Oocystis*, *Chlorella* y *Spirogyra*, organismos que ejercen su acción como biorremediadores sobre contaminantes

como nitratos, fosfatos y compuestos de hierro respectivamente (Olarte y Valencia 2016 y Rai et al., como se citó en Ramo, De Chambarri y Álvarez 1992). Esto sumado a la presencia de *Schoenoplectus californicus* que se distribuye en toda la laguna por sectores y que de acuerdo a Neubauer (2012), este género sumado a *Typha* y a *Phragmites* sobresale por sus características de fitodepuración, pues asimila nutrientes y de manera especial fósforo.

Composición y riqueza de fitoplancton

Cuadro N° 7

Géneros registrados en las estaciones de muestreo de la Laguna de Colta

N°	División	Orden	Familia	Género	Zona Turística	Zona Pastoreo	Zona Poblada	Zona Totoras	Centro	Total	
1	Bacillariophyta	Achnanthes	Cocconeidaceae	<i>Cocconeis</i>					5	5	
2		Bacillariales	Bacillariacea	<i>Nitzschia</i> sp. 1	4					4	
3				<i>Nitzschia</i> sp. 2	2					2	
4		Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i> sp. 1	4		2			6	
5				<i>Gomphonema</i> sp. 2	2		1			3	
6				Rhoicospheniaceae	<i>Rhoicosphenia</i>	1		1			2
7		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i>					1	1	
8		Licmophorales	Ulnariaceae	<i>Ulnaria</i>			3			3	
9		Naviculares	Brachysiraceae	<i>Nupela</i> sp. 1		9	22				31
10				<i>Nupela</i> sp. 2			3				3
11			Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp. 1			15				15
12				<i>Navicula</i> sp. 2			1				1
13				<i>Navicula</i> sp. 3			3				3
14			Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	<i>Epithemia</i>	1	1	1		1	4
15		Suriellales	Suriellaceae	<i>Suriella</i> sp. 1			69				69
16				<i>Suriella</i> sp. 2			8				8
17		Tabellariales	Tabellariaceae	<i>Tabellaria</i>	18		20				38
18		No determinado	No determinado	Morpho 1			1				1
19	Charophyta	Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Spirogyra</i> sp. 1		17		282		299	
20				<i>Spirogyra</i> sp. 2		5				5	

21	Chloro- phyta	Chaetophorales	Chaetophoraceae	<i>Stigeoclonium</i>	1					1	
22		Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	<i>Chlamydomonas</i>	11			1	5	17	
23		Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Chlorella</i>				2	235	237	
24			Oocystaceae	<i>Oocystis</i>	14			1	918	933	
25		Oedogoniales	Oedogoniaceae	Aff. <i>Oedogonium</i> sp. 1	1					1	
26				Aff. <i>Oedogonium</i> sp. 2			2			2	
27		Prasiolales	Prasiolaceae	<i>Stichococcus</i>	6					6	
28		Sphaeropleales	Hydrodictyceae	<i>Pediastrum</i>					1	1	
29			Neochloridaceae	Aff. <i>Neochloris</i>	3		1			4	
30		Trebouxiales	Botryococcaceae	<i>Botryococcus</i> sp. 1					4	4	
31	<i>Botryococcus</i> sp. 2							6	6		
32	Cyano- bacteria	Nostocales	Aphanizomenomaceae	<i>Nodularia</i>	1			17		18	
33		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Aff. <i>Phormidium</i>		1				1	
34				<i>Oscillatoria</i> sp. 1		1				1	
35				<i>Oscillatoria</i> sp. 2			1			1	
36				<i>Oscillatoria</i> sp. 3					3		3
37				<i>Phormidium</i>	1						1
38		Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena</i>	1					1	
39				<i>Nostoc</i>				2		2	
40	Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Merismopedia</i>				1	1	2		
41	Eugle- nophyta	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena</i>				5	5		
42			Peranemataceae	<i>Peranema</i>	3					3	
43	No determi- nado	No determinado	No determinado	Morpho 2	2		3			5	
TOTAL	5 Divisio- nes 1 no determi- nada	22 Órdenes 2 no determinadas	27 Familias 2 no determinadas	29 géneros 2 no determi- nados	76	34	157	309	1182	1758	

Fuente: Trabajo de laboratorio, Colta - 2015

Discusión: Del estudio realizado se desprende que la Laguna de Colta registra un total de 1.758 individuos agrupados en 29 géneros (más 2 no determinados), 27 familias (más 2 no determinadas), 22 órdenes (más 2 no determinados) y 5 divisiones (más 1 no determinada). La División más conspicua es BACYLARIOPHYTA con 12 géneros (más 1 no

determinado), le siguen las divisiones CHLOROPHYTA y CYANOBACTERIA con 9 y 7 géneros respectivamente. Los órdenes más representativos son EUGLENALES, NOSTOCALES, OSCILLATORIALES, SPHAEROPLEALES, CHLORELLALES, NAVICULALES y CYMBELLALES, cada uno con 2 géneros. Las familias más diversas son OSCI-

LLATORIACEAE y NOSTOCACEAE con 2 géneros cada una. Finalmente, los tres géneros más abundantes presentes en la Laguna son *Oocystis* (933 individuos), *Spirogyra* (299 individuos) y *Chlorella* (237 individuos), lo cual se evidencia en el cuadro 7.

Al establecer comparación entre las estaciones de muestreo respecto a la riqueza en géneros, se determina que tanto la "Zona Turística" como la "Zona Poblada" registran la mayor riqueza con un total de 18 géneros cada una, les sigue la estación denominada "Centro de la Laguna" con 11 géneros. De las 43 especies registradas, 14 comparten 2 o más estaciones, en tanto que 28 son exclusivos para una de las 5 estaciones. El género *Epithemia* es el de mayor distribución en la laguna dado que se encuentra en 4 de las 5 estaciones, le siguen en distribución *Chlamydomonas* y *Oocystis* pues están presentes en 3 de las 5 estaciones.

Resulta complejo la comparación de este aspecto con los estudios similares anteriormente analizados, dado que existen factores que marcan diferencias significativas como son: metodología de campo y laboratorio e identificación taxonómica. En el caso del estudio de Merchán y Sparer (2015) se analizan 6 cuerpos de agua, durante cuatro meses en las dos épocas lluviosa y seca, la técnica de colección aplicada es la de arrastre en una superficie de 15 m por 0,25 m. Para el recuento de microorganismos analizan tantas placas como sea necesario hasta estabilizar la curva de acumulación de especies. En el estudio realizado por Casallas y Gunkel (2002), se colectaron las muestras fitoplanctónicas a diferentes profundidades (0,5, 3, 6, 9, 11, 14, 16, 20, 25 y 29,5 m), luego fueron clasificadas en tres grupos: zona superficial (0,5 - 9 m),

zona media (11 - 16 m) y zona profunda (20 - 29.5 m). Analizaron muestras integradas de 30 ml por zona. El número de placas observadas al microscopio estuvieron en función de al menos 100 organismos por especie. Como se puede apreciar, tanto la metodología de campo y laboratorio difieren con la aplicada en el presente estudio, anteriormente descrita.

A pesar de las distintas metodologías aplicadas en los tres estudios en mención, no existe diferencia marcada en la riqueza por géneros registrados en los distintos cuerpos de agua, así en el Lago San Pablo se citan 25 géneros, en las distintas lagunas del Cajas el número de géneros varía entre 18 y 37, en tanto que en la Laguna de Colta se determinó 29 géneros más dos no determinados.

Usos de los tres géneros dominantes *Oocystis*, *Chlorella* y *Spirogyra*

La Laguna de Colta está rodeada de varias comunidades indígenas y barrios como Balbanera, Troje Pardo, San José, Santa Inés, Rayoloma, Santiago de Quito, Barrio Central, Barrio Capilla, Yanacocha, Colta M. Bajo, Majipaba, León Pug, Colta M. Alto, el Lirio y Rumiloma (Andrade 2012); cuyos habitantes han hecho uso de los recursos de que dispone enfocando el aprovechamiento de la agricultura y turismo principalmente. Sin embargo, existe otra posibilidad de aprovechamiento que ofrece la Laguna, esto es la utilización de los recursos fitoplanctónicos.

A través del presente estudio se determinó la presencia de un total de 29 géneros para la Laguna de Colta, de los cuales

destacan en representatividad *Oocystis*, *Chlorella* y *Spirogyra*. En otros contextos sociales, las microalgas son empleadas para la producción de sustancias pirenoides, depuración de aguas residuales, en la alimentación humana, como fertilizantes, entre otros. A continuación se señala una breve síntesis de la aplicabilidad que se les atribuye a las algas dominantes de la laguna.

Con respecto al género *Chlorella*, cabe resaltar su capacidad de biorremediación, así lo demuestran estudios en el tratamiento de aguas residuales, por ejemplo, en el sector pesquero se logró una disminución de la demanda bioquímica de oxígeno entre el 85 y 95% (López 2011), así también la remoción significativa de fósforo y nitrógeno (75,7% y 84,93% respectivamente) en aguas residuales producto de la destilación de bebidas alcohólicas (Olarte y Valencia 2016), e inclusive a través de su cultivo, este género es capaz de eliminar la coloración de aguas residuales producto de fábricas textiles (Lim, Chu y Phang 2010). Otro relevante campo de aplicación del género *Chlorella* se relaciona con la industria alimenticia tanto humana como animal, según se muestra en la investigación llevada a cabo por Rodríguez & Guil (2008) en la que la especie *C. vulgaris* se presenta como alternativa interesante de antioxidantes naturales que pueden ser aprovechados por la industria farmacéutica y alimentaria.

En relación a *Spirogyra*, este es un género empleado en la alimentación humana en países como Burma, Tailandia, Vietnam e India (González et al. 1992), también se utiliza conjuntamente con *Chlorella* y *Spirulina* como alimento para *Daphnia pulex*, crustáceo que inte-

gra la dieta de *Catla catla* (Minirasu et al., como se citó en Solís, Torres, Guerrero, Vargas, y Encarnación 2014); pez de gran importancia económica en el sur de Asia. Otros estudios señalan su potencial uso en biorremediación por su capacidad de acumular hierro (Rai et al., como se citó en González et al. 1992), y por su alta eficiencia en la remoción de metales pesados como cromo y cobre. Además, debido a su elevada productividad, *Spirogyra* se traduce en una alternativa eficiente y de bajo costo en la remoción de metales pesados (Chatterjee & Abraham 2015).

Finalmente, en lo referente a *Oocystis*, existe escaso conocimiento sobre este género en cuanto a su potencial de aplicación (Becker, et al., como se citó en Hernández 2014), siendo en el campo ambiental en el que se ha incursionado, así *Oocystis* ha sido empleada en modelos experimentales para la absorción de metales pesados como cadmio, plomo, cobre y plata, obteniéndose mejores resultados con cadmio y cobre (Gin et al. 2002).

Si bien la aplicabilidad de los tres géneros descritos no representa mayor posibilidad de uso directo en las comunidades aledañas a la Laguna de Colta, existen otros géneros presentes en la misma que pueden ser utilizados previo un estudio taxonómico y bromatológico detallado, así: Las algas del género *Nostoc*, pueden ser aprovechadas como alimento y fertilizante natural. Como alimento se consume en Perú y Bolivia principalmente, secado al sol en sopas y platos de fondo (Ponce 2014). Dentro del campo de la medicina tradicional, *Oedogonium capillare* es empleada en México para aliviar trastornos gastrointestinales (Vargas

et al. 2011). En el campo agrícola, en estudios experimentales, se ha demostrado que *Nodularia harveyana* puede ser utilizado como nematocida e incluso se ha demostrado que contribuye a mejorar la calidad del suelo (Pushparaj et al. 2000). Esto por citar ejemplos del vasto campo de aplicación potencial de las microalgas.

Conclusiones

Del estudio realizado se desprende que la comunidad fitoplanctónica de la Laguna de Colta en época de estiaje está conformada por 5 divisiones, 21 órdenes, 27 familias y 29 géneros; con un total de 1.758 organismos contabilizados. La división de mayor riqueza corresponde a Bacillariophyta con 12 géneros en tanto que la división más abundante es Chlorophyta con 1.212 individuos. El orden de mayor riqueza es Nostocales con 3 géneros y el orden de mayor abundancia es Chlorellales con 1.170 organismos. Finalmente, las familias con mayor riqueza son Nostocaceae y Oscillatoriaceae con 2 géneros cada una, mientras que la familia de mayor abundancia es Oocystaceae con 933 individuos.

De los 29 géneros identificados, los tres más abundantes en orden descendente son *Oocystis* (933 individuos), *Spirogyra* sp. 1 (299 individuos) y *Chlorella* (237 individuos).

De los tres géneros dominantes, *Chlorella* es el que presenta mayor potencial de uso, siendo el campo alimenticio humano y animal el que más se adecua a la realidad de los pobladores de las comunidades indígenas aledañas a la Laguna de Colta. No obstante, existen otros géneros presentes en la laguna con aplicabilidad

en campos como la medicina tradicional y la agricultura.

Con base en los resultados del estudio desarrollado, según el Índice de Polución Orgánica de Palmer se determina que en la "Zona Turística" existe más contaminación orgánica en relación a las cuatro estaciones restantes, ya que ésta última se encuentra en la categoría de Polución Orgánica Intermedia, en tanto que las otras estaciones se ubican en el rango de Baja Contaminación Orgánica. Hecho que deriva de la intervención antropogénica directa a la que está sujeta la zona en mención, esto es, afluencia de visitantes y estacionamiento de lanchas.

De acuerdo a los resultados sobre el Índice de Diversidad de Shannon-Wiener, se determina que la Zona Turística con un índice de 3,4 se ubica en el rango de Diversidad Alta, mientras que la Zona de Totoras exhibe un índice de 0,6 que corresponde al rango de Diversidad Baja.

Las estaciones de muestreo corresponden a micro ecosistemas con características particulares que hacen que cada una de estas presente comunidades planctónicas propias, lo cual se corrobora con los valores determinados en el Índice de Similitud de Sorensen, los mismos que no superan el 50%, hecho que se refleja al no existir ni un solo género común a todos los sitios de muestreo.

Recomendaciones

Considerando que el presente estudio se realizó en época de estiaje, se recomienda desarrollar el mismo en época lluviosa y de esta manera enriquecer la base de datos de las comunidades fitoplanctónicas que la laguna presenta en las dos épocas.

Debido a la marcada acción antropogénica observada en los alrededores de la laguna, se recomienda desarrollar un programa de concientización ambiental en las comunidades adyacentes a la misma como a sus visitantes, y de esta manera prolongar la existencia de este recurso.

Al constituirse la laguna en un sistema acuático cerrado, está sujeta a un proceso acelerado de eutrofización, razón por la que es necesario realizar monitoreos mensuales o al menos trimestrales con la finalidad de establecer la dinámica poblacional de la laguna; además, contar con un registro más objetivo de la variación de las poblaciones planctónicas influenciadas por la acción antropogénica.

Dado que los géneros más abundantes fueron *Oocystis*, *Spirogyra* y *Chlorella*, se recomienda profundizar en la identificación taxonómica a nivel de especies, con la finalidad de direccionar el potencial más viable.

Si bien los usos de los géneros más frecuentes de la Laguna de Colta son restringidos por la realidad social de las comunidades, existen géneros como *Nostoc* que sin ser abundantes pueden ser aprovechados, por lo que se sugiere realizar el análisis correspondiente a fin de obtener el mayor beneficio del recurso planctónico.

Referencias Bibliográficas

- Andrade, A. I. (2012). Diseño de un Plan de Manejo Turístico Sostenible para la Laguna de Colta, cantón Colta, provincia de Chimborazo. (Tesis de pregrado) Escuela Politécnica Superior del Chimborazo. Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1371#sthash.xgCM-09JR.dpuf> (11-ago-2016).
- American Public Health Association. (1999). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Recuperado de http://www.mwa.co.th/download/file_upload/SMWW_1000-3000.pdf (11-jul-2016).
- Baldwin, H. & Chandler, G. (1959). *Freshwater Biology*. New York, Estados Unidos.
- Blanco, S., Cejudo-Figueiras, C., Álvarez-Blanco, I., Bécares, E., Hoffmann, L., & Ector, L. (2010). Atlas de las Diatomeas de la Cuenca del Duero - Diatom Atlas of the Duero Basin. León, Área de Publicaciones, Universidad de León.
- Cáceres, A. C. (2015). Eficacia de los Consorcios Bacterianos y Fúngicos Nativos en la Remoción de Metales Pesados por Biolixiviación de los Sedimentos de la Laguna de Colta del Cantón Colta. (Tesis de pregrado) Escuela Politécnica Superior del Chimborazo. Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4790/1/236T0145.pdf> (11-ago-2016).
- Casallas, J.E. y Gunkel, G. (2002). Algunos Aspectos Limnológicos de un Lago Altoandino: El Lago San Pablo, Ecuador. *Limnetica*, 20(2), 215-232. Recuperado de http://limnetica.com/Limnetica/Limne20/L20b215_Limnologia_lago_San_Pablo_Ecuador.pdf (11-ago-2016).

- Chatterjee, A., & Abraham, J. (2015) Biosorption Capacity of Dried *Spirogyra* on Heavy Metals. *ChemTech*, 8 (9), 387-392. Recuperado de [http://www.sphinxesai.com/2015/ch_vol8_no9/2/\(387-392\)V8N9CT.pdf_\(08-ago-2016\)](http://www.sphinxesai.com/2015/ch_vol8_no9/2/(387-392)V8N9CT.pdf_(08-ago-2016)).
- Greigor, D. (1967). *The Environmental History of Laguna de Colta, a Lake in the Ecuadorian Andes*. (Electronic Thesis or Dissertation). Recuperado de [https://etd.ohiolink.edu/_/\(12-ago-2016\)](https://etd.ohiolink.edu/_/(12-ago-2016)).
- Gin, K. Y. H., Tang, Y. Z., & Aziz, M. A. (2002). Derivation and Application of a New Model for Heavy Metal Biosorption by Algae. *Water Research*, 36(5), 1313-1323. Recuperado de [http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043135401003323_\(13-ago-2016\)](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043135401003323_(13-ago-2016)).
- Hernández Hernández, E. (2014). Evaluación del Potencial Oleaginoso de una Microalga. (Tesis de pregrado) Universidad Veracruzana. Recuperado de [http://cdigital.uv.mx/handle/123456789/39744_\(12-ago-2016\)](http://cdigital.uv.mx/handle/123456789/39744_(12-ago-2016)).
- Lim, S.L., Chu, W.L., & Phang, S.M. (2010). Use of *Chlorella vulgaris* for Bioremediation of Textile Wastewater. *Bioresource Technology*, 101(19), 7314-7322. doi:10.1016/j.biortech.2010.04.092_(12-ago-2016).
- López, T. D. J. R. (2011). Desarrollo de *Chlorella* spp. en Riles Orgánicos Pesqueros y su Influencia en la Remoción de la contaminación. *Revista de Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 32(3), 32-38. Recuperado de [http://riha.cujae.edu.cu/index.php/riha/search/advancedResults_\(12-ago-2016\)](http://riha.cujae.edu.cu/index.php/riha/search/advancedResults_(12-ago-2016)).
- Magurran, A.E. (1988). Ecological Diversity and its Measurement. Princeton University Press, New Jersey, pp. 179.
- Merchán Andrade, D.L. y Sparer Larriva, P.A. (2015). Variación Temporal de Fitoplancton de Seis Lagunas Altoandinas en Relación a las Características Físico-químicas del Medio. (Tesis de pregrado) Universidad del Azuay. Recuperado de [http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/4894/1/11335.pdf_\(13-ago-2016\)](http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/4894/1/11335.pdf_(13-ago-2016)).
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2012). Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito. Recuperado de [http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEYENDA-ECOSISTEMAS_ECUADOR_2.pdf \(3-ago-2016\)](http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEYENDA-ECOSISTEMAS_ECUADOR_2.pdf (3-ago-2016)).
- Moreno, C.E. (2001). *Métodos para Medir la Biodiversidad*. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp. Recuperado de: [http://tuxchi.iztacala.unam.mx/disweb/demo_ecologia/pdfs/libros/mantes1.pdf \(26-jul-2016\)](http://tuxchi.iztacala.unam.mx/disweb/demo_ecologia/pdfs/libros/mantes1.pdf (26-jul-2016)).
- Neubauer, M.E., Plaza de los Reyes, C., Pozo, G., Villamar, C.A. & Vidal, G. (2012). Growth and Nutrient Uptake by *Schoenoplectus californicus* (C.A. Méyer) Sójak in a Constructed Wetland Fed with Swine Slurry. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 2012, 12 (3), 421-430. Recuperado de [http://www.scielo.cl/pdf/jsspn/v12n3/aop0412.pdf \(20-sep-2016\)](http://www.scielo.cl/pdf/jsspn/v12n3/aop0412.pdf (20-sep-2016)).
- Novelo, E. (2011). *Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán*. *Bacillariophyta*.


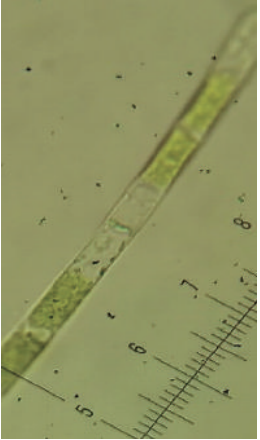
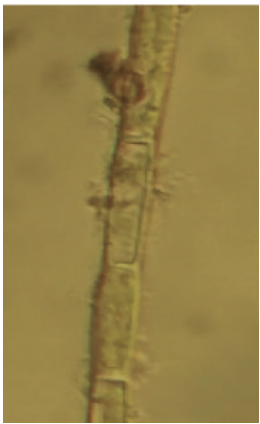
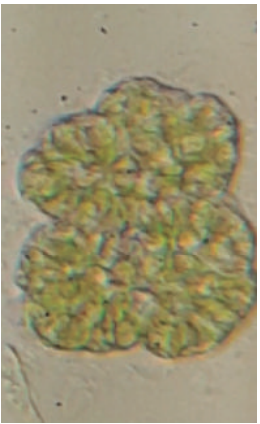
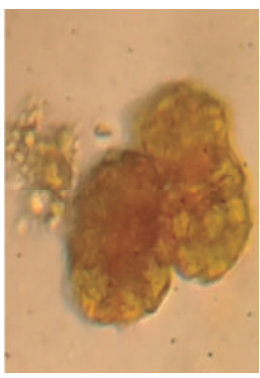
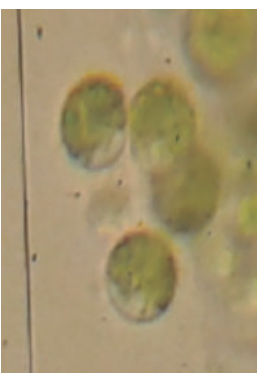
- Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología. Recuperado de http://www.ibiologia.unam.mx/barra/publicaciones/floras_tehuacan/2013/F102_Bac.pdf (23-feb-2016).
- Novelo, E. (2011). *Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Cyanoprokaryota*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología. Recuperado de http://www.ibiologia.unam.mx/barra/publicaciones/floras_tehuacan/2012/F90_Cyan_comp.pdf (26-feb-2016).
- Novelo, E. (2012). *Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Chlorophyta*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología. Recuperado de http://www.ibiologia.unam.mx/barra/publicaciones/floras_tehuacan/F94_Chlo_I.pdf (23-feb-2016).
- Olarte, E.A. y Valencia M.J. (2016). *Evaluación del Uso de la Microalga Chlorella vulgaris en el Tratamiento de Aguas Residuales Industriales (vinazas)*. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10596/5882> (09-ago-2016).
- Prescott, G.W. (1964). How to Know the Freshwater Algae. Wm. C. Brow Company Publishers. Dubuque Iowa-Estados Unidos, pp. 237.
- Pinilla, G.A.P.A. (1998). Indicadores Biológicos en Ecosistemas Acuáticos Continentales de Colombia: Compilación bibliográfica. U. Jorge Tadeo Lozano.
- Ponce, E. (2014). *Nostoc: Un Alimento Diferente y su Presencia en la Precor-*
- dillera de Arica. Idesia (Arica)*, 32(2), 119-121 doi.org/10.4067/S0718-34292014000200015.
- Pushparaj, B., Pelosi, E. & Caroppo, S. (2000). Effect of *Nodularia harveyana* Biomass on the Incidence of root-knot Nemato de (*Meloidogyne incognita*) in Tomato. *Journal of Applied Phycology*, 12(3), 489-492. doi:10.1023/A:1008158711743.
- Ramírez, J. (2000). *Fitoplancton de Agua Dulce: Bases Ecológicas, Taxonómicas y Sanitarias*. Colombia. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín-Colombia.
- Ramo, J.A.A., De Chabbarri, E.G. & Álvarez, B.M. (1992). Las Microalgas: ¿Una potencial alternativa de producción? (I). *MG Mundo ganadero*, (5), 42-45. Recuperado de http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_MG/MG_1992_5_92_42_45.pdf (14-ago-2016).
- Rodríguez, I. & Guil, J.L. (2008). Evaluation of the Antioxidant Activity of Three Microalgal Species for use as Dietary Supplements and in the Preservation of Foods. *Food chemistry*, 108(3), 1023-1026. doi:10.1016/j.foodchem.2007.11.059_ (14-ago-2016).
- Roldán, G. (1992). *Fundamentos de Limnología Neotropical*. Editorial Universidad de Antioquia. Ciencia y Tecnología. Medellín-Colombia.
- Santander, T. y Muñoz, I. (2005). Ecuador: Informe anual 2004. En López-Lanus, B. y Blanco, D.E. (Ed.), *El Censo Neotropical de Aves Acuáticas 2004 una*

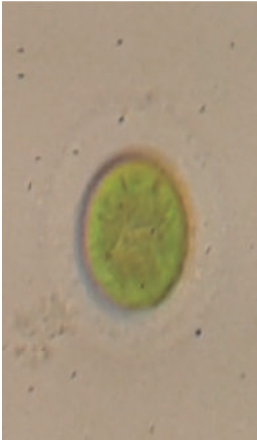



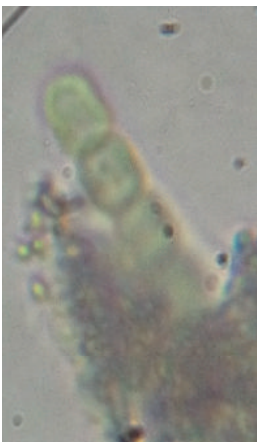
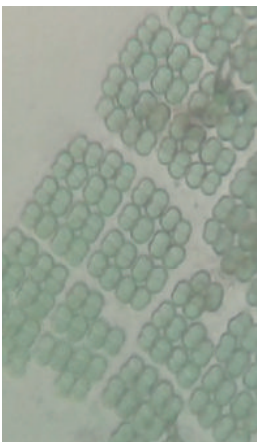
- Herramienta para la Conservación*. (pp. 64-73). Recuperado de <http://lac.wetlands.org/Portals/4/Templates/NWC2004.pdf#page=71> (3-ago-2016).
- Serrano, P.C. (2014). Obtención del Consorcio Bacteriano Nativo del Sedimento de la Laguna de Colta del cantón Colta. (Tesis de pregrado). Escuela Politécnica Superior del Chimborazo. Recuperado de [http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3505_\(11-ago-2016\)](http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3505_(11-ago-2016)).
- Siver, P.A., Hamilton, P.B. & Morales, E.A. (2007). Notes on the Genus *Nupela* (Bacillariophyceae) Including the Description of a New Species, *Nupela scisura* sp. nov. and an Expanded Description of *Nupela paludigena*. *Phycological Research*, 55(2), 125-134. DOI: 10.1111/j.1440-1835.2007.00455.x.
- Streble, H. y Krauter, D. (1987). Atlas de los Microorganismos de Agua Dulce: La Vida en una Gota de Agua. Omega. Barcelona-España.
- Solís, R.V., Torres, M.F., Guerrero, M.F., Vargas, I.G. y Encarnación, S.A. (2014). Usos de la Ficoflora de Xochimilco. *E-Bios*. 61-72 Recuperado de http://cbs1.xoc.uam.mx/e_bios/docs/2014/Manejo_Integral_Cuenca_Xochimilco.pdf#page=67 (19-jul-2016).
- Van Vuuren, S., Taylor, J.C., Gerber, A. & Van Ginkel, C. (2006). *Easy Identification of the Most Common Freshwater Algae*. North-West University and Department of Water Affairs and Forestry, Pretoria, South Africa.
- Vargas, R.C., Pérez, R.M. y Figueroa, G. (2011). Efecto de la Actividad Antiespasmódica del Extracto Metanólico del Alga *Oedogonium capillare* (Linn) Kuetz sobre Ileon de Rata Wistar. *RESPYN*, 12 (2) 1-6. Recuperado de [http://www.medigraphic.com/pdfs/rev-salpubnut/spn-2011/spn112f.pdf_\(14-ago-2016\)](http://www.medigraphic.com/pdfs/rev-salpubnut/spn-2011/spn112f.pdf_(14-ago-2016)).
- Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F. Umaña, A.M. (2006). Métodos para el Análisis de Datos: Una Aplicación para Resultados Provenientes de Caracterizaciones de Biodiversidad. *Manual de Métodos para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá*. 185-226.



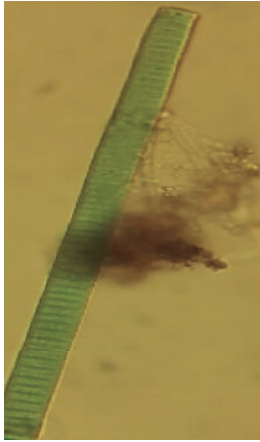
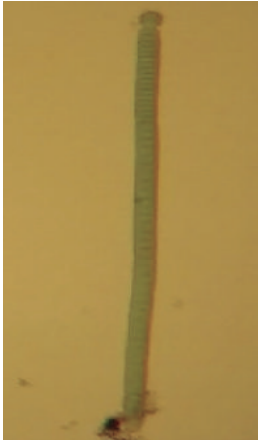


Netgrafía

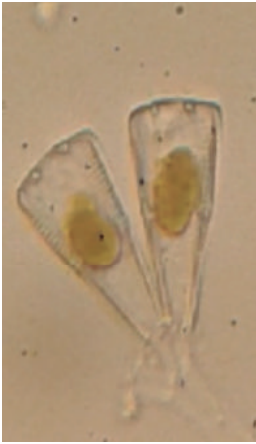



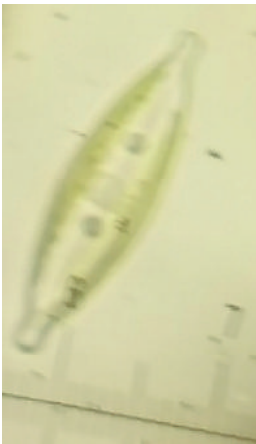

- Fotografía y Biodiversidad (2015) Biodiversidad Virtual. Recuperado de <http://www.biodiversidadvirtual.org/> (Feb-2016).
- Kinross, J. (2000) The Algal Web. Recuperado de <http://www.algalweb.net/> (Feb-2016).
- MapasEcuador.net. (2016) Mapas Ecuador. Recuperado de <http://www.mapasecuador.net/mapa/mapa-chimborazo-mapa-ubicacion-territorial.html> (08-ago-2016).
- Soken – Taxa & JST (1995-2016). Protist Informaticon Server. Recuperado de <http://protist.i.hosei.ac.jp/> (Feb-2016).

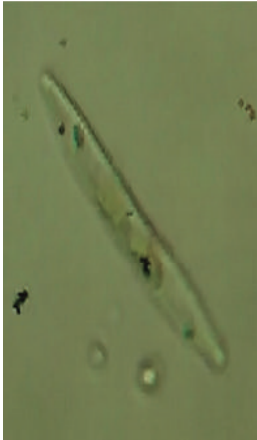




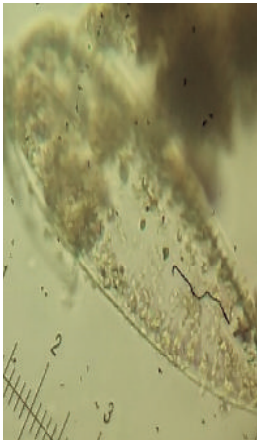
**Géneros de Fitoplancton de la Laguna de Colta,
Chimborazo - Ecuador**

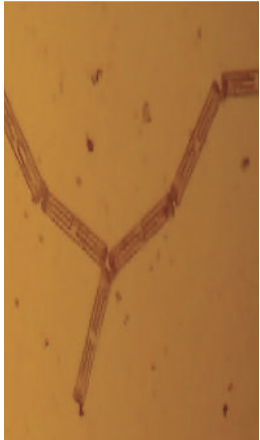
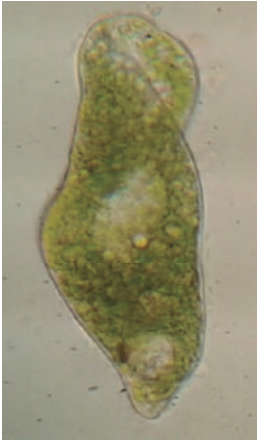

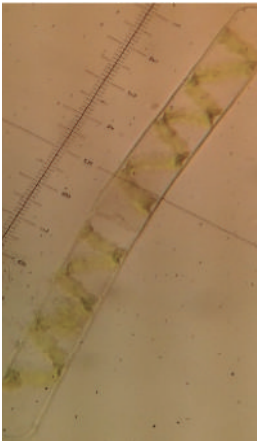
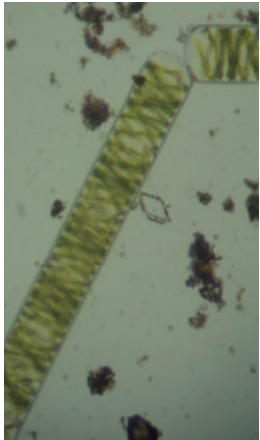

	FOTOGRAFÍA Codificada 1		FOTOGRAFÍA Codificada 2
	NOMBRE CIENTÍFICO <i>Aff. Neochloris</i>		NOMBRE CIENTÍFICO <i>Aff. Oedogonium</i> sp. 1
	NOMBRE COMÚN Alga verde cocal		NOMBRE COMÚN Alga verde filamentosa
	NOMBRE EN INGLÉS Coccal-green algae		NOMBRE EN INGLÉS Filamentous-green algae
	CLASIFICACIÓN Chlorophyta		CLASIFICACIÓN Chlorophyta
	FOTOGRAFÍA Codificada 3		FOTOGRAFÍA Codificada 4
	NOMBRE CIENTÍFICO <i>Aff. Oedogonium</i> sp. 2		NOMBRE CIENTÍFICO <i>Botryococcus</i> sp. 1
	NOMBRE COMÚN Alga verde filamentosa		NOMBRE COMÚN Alga verde
	NOMBRE EN INGLÉS Filamentous-green algae		NOMBRE EN INGLÉS Green algae
	CLASIFICACIÓN Chlorophyta		CLASIFICACIÓN Chlorophyta
	FOTOGRAFÍA Codificada 5		FOTOGRAFÍA Codificada 6
	NOMBRE CIENTÍFICO <i>Botryococcus</i> sp. 2		NOMBRE CIENTÍFICO <i>Chlorella</i>
	NOMBRE COMÚN Alga verde		NOMBRE COMÚN Alga verde
	NOMBRE EN INGLÉS Green algae		NOMBRE EN INGLÉS Green algae
	CLASIFICACIÓN Chlorophyta		CLASIFICACIÓN Chlorophyta

	FOTOGRAFÍA Codificada 7		FOTOGRAFÍA Codificada 8
	NOMBRE CIENTÍFICO <i>Chlamydomonas</i>		NOMBRE CIENTÍFICO <i>Oocystis</i>
	NOMBRE COMÚN Alga verde		NOMBRE COMÚN Alga verde
	NOMBRE EN INGLÉS Green algae		NOMBRE EN INGLÉS Green algae
	CLASIFICACIÓN Chlorophyta		CLASIFICACIÓN Chlorophyta
	FOTOGRAFÍA Codificada 9		FOTOGRAFÍA Codificada 10
	NOMBRE CIENTÍFICO <i>Stichococcus</i>		NOMBRE CIENTÍFICO Aff. <i>Phormidium</i>
	NOMBRE COMÚN Alga verde		NOMBRE COMÚN Alga verde azul
	NOMBRE EN INGLÉS Green algae		NOMBRE EN INGLÉS Blue-green algae
	CLASIFICACIÓN Chlorophyta		CLASIFICACIÓN Cyanobacteria
	FOTOGRAFÍA Codificada 11		FOTOGRAFÍA Codificada 12
	NOMBRE CIENTÍFICO <i>Anabaena</i>		NOMBRE CIENTÍFICO <i>Merismopedia</i>
	NOMBRE COMÚN Alga verde azul		NOMBRE COMÚN Alga verde aul
	NOMBRE EN INGLÉS Blue-green algae		NOMBRE EN INGLÉS Blue-green algae
	CLASIFICACIÓN Cyanobacteria		CLASIFICACIÓN Cyanobacteria

	<p>FOTOGRAFÍA Codificada 13</p>		<p>FOTOGRAFÍA Codificada 14</p>
	<p>NOMBRE CIENTÍFICO <i>Nodularia</i></p>		<p>NOMBRE CIENTÍFICO <i>Nostoc</i></p>
	<p>NOMBRE COMÚN Alga verde azul</p>		<p>NOMBRE COMÚN Alga verde azul</p>
	<p>NOMBRE EN INGLÉS Blue-green algae</p>		<p>NOMBRE EN INGLÉS Blue-green algae</p>
	<p>CLASIFICACIÓN Cyanobacteria</p>		<p>CLASIFICACIÓN Cyanobacteria</p>
	<p>FOTOGRAFÍA Codificada 15</p>		<p>FOTOGRAFÍA Codificada 16</p>
	<p>NOMBRE CIENTÍFICO <i>Oscillatoria</i> sp.1</p>		<p>NOMBRE CIENTÍFICO <i>Oscillatoria</i> sp.2</p>
	<p>NOMBRE COMÚN Alga verde azul</p>		<p>NOMBRE COMÚN Alga verde azul</p>
	<p>NOMBRE EN INGLÉS Blue-green algae</p>		<p>NOMBRE EN INGLÉS Blue-green algae</p>
	<p>CLASIFICACIÓN Cyanobacteria</p>		<p>CLASIFICACIÓN Cyanobacteria</p>
	<p>FOTOGRAFÍA Codificada 17</p>		<p>FOTOGRAFÍA Codificada 18</p>
	<p>NOMBRE CIENTÍFICO <i>Oscillatoria</i> sp.3</p>		<p>NOMBRE CIENTÍFICO <i>Epithemia</i></p>
	<p>NOMBRE COMÚN Alga verde azul</p>		<p>NOMBRE COMÚN Diatomea</p>
	<p>NOMBRE EN INGLÉS Blue-green algae</p>		<p>NOMBRE EN INGLÉS Diatom</p>
	<p>CLASIFICACIÓN Cyanobacteria</p>		<p>CLASIFICACIÓN Bacillariophyta</p>

	FOTOGRAFÍA Codificada 19		FOTOGRAFÍA Codificada 20
	NOMBRE CIENTÍFICO <i>Gomphonema</i> sp.1		NOMBRE CIENTÍFICO <i>Gomphonema</i> sp.2
	NOMBRE COMÚN Diatomea		NOMBRE COMÚN Diatomea
	NOMBRE EN INGLÉS Diatom		NOMBRE EN INGLÉS Diatom
	CLASIFICACIÓN Bacillariophyta		CLASIFICACIÓN Bacillariophyta
	FOTOGRAFÍA Codificada 21		FOTOGRAFÍA Codificada 22
	NOMBRE CIENTÍFICO <i>Navicula</i> sp.1		NOMBRE CIENTÍFICO <i>Navicula</i> sp.2
	NOMBRE COMÚN Diatomea		NOMBRE COMÚN Diatomea
	NOMBRE EN INGLÉS Diatom		NOMBRE EN INGLÉS Diatom
	CLASIFICACIÓN Bacillariophyta		CLASIFICACIÓN Bacillariophyta
	FOTOGRAFÍA Codificada 23		FOTOGRAFÍA Codificada 24
	NOMBRE CIENTÍFICO <i>Navicula</i> sp.3		NOMBRE CIENTÍFICO <i>Nitzschia</i> sp.1
	NOMBRE COMÚN Diatomea		NOMBRE COMÚN Diatomea
	NOMBRE EN INGLÉS Diatom		NOMBRE EN INGLÉS Diatom
	CLASIFICACIÓN Bacillariophyta		CLASIFICACIÓN Bacillariophyta

	<p>FOTOGRAFÍA Codificada 25</p>		<p>FOTOGRAFÍA Codificada 26</p>
	<p>NOMBRE CIENTÍFICO <i>Nitzschia</i> sp.2</p>		<p>NOMBRE CIENTÍFICO <i>Nupela</i> sp.1</p>
	<p>NOMBRE COMÚN Diatomea</p>		<p>NOMBRE COMÚN Diatomea</p>
	<p>NOMBRE EN INGLÉS Diatom</p>		<p>NOMBRE EN INGLÉS Diatom</p>
	<p>CLASIFICACIÓN Bacillariophyta</p>		<p>CLASIFICACIÓN Bacillariophyta</p>
	<p>FOTOGRAFÍA Codificada 27</p>		<p>FOTOGRAFÍA Codificada 28</p>
	<p>NOMBRE CIENTÍFICO <i>Nupela</i> sp.2</p>		<p>NOMBRE CIENTÍFICO <i>Rhoicosphenia</i></p>
	<p>NOMBRE COMÚN Diatomea</p>		<p>NOMBRE COMÚN Diatomea</p>
	<p>NOMBRE EN INGLÉS Diatom</p>		<p>NOMBRE EN INGLÉS Diatom</p>
	<p>CLASIFICACIÓN Bacillariophyta</p>		<p>CLASIFICACIÓN Bacillariophyta</p>
	<p>FOTOGRAFÍA Codificada 29</p>		<p>FOTOGRAFÍA Codificada 30</p>
	<p>NOMBRE CIENTÍFICO <i>Surirella</i> sp.1</p>		<p>NOMBRE CIENTÍFICO <i>Surirella</i> sp.2</p>
	<p>NOMBRE COMÚN Diatomea</p>		<p>NOMBRE COMÚN Diatomea</p>
	<p>NOMBRE EN INGLÉS Diatom</p>		<p>NOMBRE EN INGLÉS Diatom</p>
	<p>CLASIFICACIÓN Bacillariophyta</p>		<p>CLASIFICACIÓN Bacillariophyta</p>

	<p>FOTOGRAFÍA Codificada 31</p>		<p>FOTOGRAFÍA Codificada 32</p>
	<p>NOMBRE CIENTÍFICO <i>Tabellaria</i></p>		<p>NOMBRE CIENTÍFICO <i>Euglena</i></p>
	<p>NOMBRE COMÚN Diatomea</p>		<p>NOMBRE COMÚN Euglena</p>
	<p>NOMBRE EN INGLÉS Diatom</p>		<p>NOMBRE EN INGLÉS Euglena</p>
	<p>CLASIFICACIÓN Bacillariophyta</p>		<p>CLASIFICACIÓN Euglenophyta</p>
	<p>Fotografía Codificada 33</p>		<p>FOTOGRAFÍA Codificada 34</p>
	<p>NOMBRE CIENTÍFICO <i>Peranema</i></p>		<p>NOMBRE CIENTÍFICO <i>Spirogyra</i> sp.1</p>
	<p>Nombre Común Peranema</p>		<p>NOMBRE COMÚN Alga verde</p>
	<p>NOMBRE EN INGLÉS Peranema</p>		<p>NOMBRE EN INGLÉS Green algae</p>
	<p>CLASIFICACIÓN Euglenophyta</p>		<p>CLASIFICACIÓN Charophyta</p>
	<p>FOTOGRAFÍA Codificada 35</p>		<p>FOTOGRAFÍA Codificada 36</p>
	<p>NOMBRE CIENTÍFICO <i>Spirogyra</i> sp.2</p>		<p>NOMBRE CIENTÍFICO Morpho 2</p>
	<p>NOMBRE COMÚN Alga verde</p>		<p>NOMBRE COMÚN No determinado</p>
	<p>NOMBRE EN INGLÉS Green algae</p>		<p>NOMBRE EN INGLÉS No determinado</p>
	<p>CLASIFICACIÓN Charophyta</p>		<p>CLASIFICACIÓN No determinado</p>