



## Poblaciones de cianobacterias en dos embalses de abasto a La Habana: La Coca y La Zarza

Populations of cyanobacteria in two reservoirs of supply to La Habana: La Coca and La Zarza

<sup>1</sup>Yariannis González Villalobos<sup>1\*</sup>, <sup>2</sup>Pedro Pérez Álvarez<sup>2</sup>, <sup>3</sup>Orlando R. Laiç Averbhoff<sup>3</sup>

### RESUMEN

<sup>1</sup>Instituto de Ecología y Sistemática, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, La Habana, Cuba.

<sup>2</sup>Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas, La Habana, Cuba.

<sup>3</sup>Empresa de Inversiones y Proyectos Hidráulicos de la Habana, La Habana, Cuba.

\*Correspondencia: [yariannisgv@ecologia.cu](mailto:yariannisgv@ecologia.cu)

Recibido: 20 de agosto de 2020

Aceptado: 04 de diciembre de 2020

Conflicto de intereses: Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.



Este es un artículo publicado en acceso abierto bajo una licencia Creative Commons



<https://eqrcode.co/a/1GKF1W>

Dentro del fitoplancton presente en los embalses, las cianobacterias ocupan un lugar relevante ya que su impacto en la calidad de las aguas tiene importancia tanto a nivel social, económico como sanitario, pudiendo afectar la salud de animales incluyendo al hombre. Los embalses La Coca y La Zarza se encuentran enclavados en la cuenca del río Guanabo y presentan estudios fisicoquímicos y microbiológicos que no consideran las cianobacterias y microalgas. De acuerdo a la relevancia de las algas verde-azules en los embalses utilizados para el abasto humano, se desarrolló este estudio con el objetivo de lograr un acercamiento a las poblaciones de cianobacterias presentes. Para ello se establecieron dos estaciones de muestreo en cada embalse y se realizó la toma de muestras en los meses de junio y julio de 2018. Se identificaron nueve especies correspondientes a siete géneros, tres de ellos reconocidos por la Organización Mundial de la Salud como productores de toxinas. Fueron contabilizadas un total de 180 000 cel/ml, obteniéndose el mayor reporte para junio en el embalse La Zarza, el cual también presentó el mayor número de especies y de individuos. Las cianobacterias identificadas indicaron condiciones de eutrofización en ambos sistemas acuáticos, y solo una resultó común para ambos embalses; arrojando un valor muy bajo en el análisis de semejanza. A razón de la presencia de algas verde-azules de interés sanitario, la calidad de estas aguas puede encontrarse comprometida si ocurriesen floraciones.

**Palabras clave:** cianobacterias, consumo humano, embalse, toxicidad.

### ABSTRACT

Within the phytoplankton present in the reservoirs, cyanobacteria occupy a relevant place since its impact on water quality has importance both socially, economically and healthily, being able to affect the health of animals including man. The La Coca and La Zarza reservoirs are located in the Guanabo River basin and present physicochemical and microbiological studies that do not consider cyanobacteria and microalgae. According to the relevance of blue-green algae in the reservoirs used in the human supply, this study was developed with the aim of achieving an approach to the populations of cyanobacteria present. Two sampling stations were established in each reservoir and the samples were carried out in June and July 2018. Nine species corresponding to seven genera were identified; three of them recognized by the World Health Organization as toxins producers. A total of 180 000 cel/ml were counted, obtaining the largest report for June in the La Zarza reservoir, which also presented the largest number of species and individuals. The identified cyanobacteria's indicated eutrophication conditions in both aquatic systems and only one species was common for both reservoirs, which yielded a very low value in the likeness analysis. Because of the identification of species of health interest, the quality of these waters may be compromised if blooms occur.

**Keywords:** cyanobacteria, human consumption, reservoir, toxicity.

## INTRODUCCIÓN

El represado de los ríos a lo largo de los años, se ha realizado con la finalidad de conservar el recurso agua para espacios de tiempo donde escasea y de esta manera facilitar sus diferentes usos. Sin embargo, su aprovechamiento se ve afectado tanto por la cantidad de agua almacenada como por la calidad de esta. De acuerdo al Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) existen en Cuba un total de 242 embalses (INRH, 2012), dos de ellos: La Coca y La Zarza se encuentran en la cuenca del río Guanabo, ubicado hacia el este de la ciudad de La Habana. Estos brindan funciones de abasto a la población y a la agricultura, así como el control de crecidas para la parte baja de la cuenca (Batista y Sánchez, 2001). El estudio de su calidad se lleva a cabo por el INRH y está basado en análisis fisicoquímicos y bacteriológicos, que no incluyen a las cianobacterias y microalgas.

Para la determinación de la calidad de las aguas se han aplicado históricamente análisis fisicoquímicos, pero la tendencia actual se desliza hacia la utilización de indicadores biológicos. Debido a la capacidad de los microorganismos del fitoplancton (cianobacterias y microalgas) de responder de manera rápida ante cambios en el medio debido a su corto ciclo de vida, su repercusión en el interés socioeconómico del sistema acuático; y sobre todo, por su papel de productores primarios, son considerados buenos bioindicadores de la calidad de las aguas (De la Lanza *et al.*, 2000).

Los embalses cuentan con un desarrollo común de cianobacterias y microalgas propiciado por las características de estos, como cuerpo de aguas lénticas. En el trópico la presencia de cianobacterias en este tipo de acuatorios no es rara, puesto que las altas temperaturas del área son un incentivo para su aparición y desarrollo (Roldán, 1992). Sin embargo, el incremento en la incorporación de material alóctono provoca una escalada en los procesos de eutrofización de estos sistemas, incitando al crecimiento de las poblaciones de microorganismos establecidas llegando a causar daños a nivel estructural en los propios sistemas por donde se transporta el agua, así como provocar perjuicios a animales, incluyendo al ser humano (Roldán, 1992). Un grupo de organismos que destacan por su capacidad de infringir daños que pueden causar la muerte, son las cianobacterias, autores de afectaciones a niveles epidérmicos, neurológicos, hepáticos entre otros (OMS, 2003). Por tal motivo el monitoreo de estas

comunidades se impone, en aras de prever un desarrollo no controlado y posibles futuros daños.

Las aguas de La Coca y La Zarza, previo a su distribución para el consumo por la población del este habanero, se someten a un sistema de tratamiento establecido a nivel internacional por especialistas de renombre el cual es asumido por el INRH. No obstante, este no sería suficiente si se desarrollara un crecimiento exacerbado de cianobacterias productoras de toxinas, puesto que estas últimas no podrían ser eliminadas por los tratamientos convencionales; permitiendo así que llegaran hasta el consumidor. El presente trabajo tuvo como objetivos realizar un acercamiento a las poblaciones de cianobacterias, así como detectar cambios en la composición y abundancia de estas en los embalses La Coca y La Zarza de la cuenca Guanabo en el este de la Habana; precisando así el estado de la calidad de las aguas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### SITIO DE ESTUDIO

La investigación se desarrolló en los embalses La Coca y La Zarza, en la cuenca del río Guanabo que se encuentra enclavada en el municipio de Habana del Este atravesando los consejos populares Guanabo, Campo Florido, Minas-Barreras, Tapaste y parte del territorio de la actual provincia de Mayabeque, a través del consejo popular Tumba Cuatro. Estos embalses tienen como uso principal el abasto a la población del este habanero.

### CARACTERIZACIÓN DE LOS EMBALSES

La Zarza fue construido en el año 1971 en la cuenca del arroyo Matadero afluente del río Guanabo, su cierre se localiza en 23°05'15,50" latitud norte y -82°09'4,33" longitud oeste. La Coca por su parte, se ubica en la red hidrográfica del arroyo La Coca, afluente del arroyo Matadero y a su vez del río Guanabo y se construyó en 1968. Este último embalse se localiza en 23°05'32,73" latitud norte y -82°0,7'03,07" longitud oeste (Flores y Laiz, 2015).

La Zarza ocupa unos 31.1 km<sup>2</sup> del área de la cuenca, con una capacidad de 17.4 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> y un gasto máximo de vertimiento de 444 m<sup>3</sup>/s. Por su parte, La Coca ocupa unos 23.2 km<sup>2</sup> del área de la cuenca, con una capacidad de 11.8 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> y un gasto máximo de vertimiento de 474 m<sup>3</sup>/s (Batista y Sánchez, 2001). Estos embalses junto al Bacuranao proporcionan

González *et al.*: Cianobacterias en embalses de abasto en La Habana

diariamente un volumen de agua de 51 840 m<sup>3</sup>, la cual es tratada por una planta potabilizadora con una capacidad de 600 L/s, La Zarza con un volumen total de 17.47 hm<sup>3</sup> aporta un volumen útil de 16.78 hm<sup>3</sup> y La Coca que cuenta con 11.68 hm<sup>3</sup>, aporta 11.13 hm<sup>3</sup> (Lasa, 2008).

Los embalses poseen un área de alimentación grande en comparación con el área total de la cuenca (casi la mitad), cuya capacidad de almacenamiento llega a los 29.2 hm<sup>3</sup>. Ambos son utilizados para el abasto de la población, después de su tratamiento en la potabilizadora (planta de filtro) situada en la cuenca del río Itabo. El segundo uso de interés por el volumen almacenado, es la acuicultura, con 1 965 hm<sup>3</sup> como único usuario y 0.908 hm<sup>3</sup> compartido con la agricultura y la ganadería (Reyes *et al.*, 2007). En La Zarza se aprecian aguas con coloración pardo claro y con cierto nivel de turbidez, mientras La Coca ofrece una transparencia apreciable con una tonalidad verde.

La mayor parte de los polígonos de suelos ubicados dentro del área, pertenecen al agrupamiento Pardo Sialítico. Estos suelos están formados a partir de arenisca calcárea y caliza suave, la clase textural es arcilla montmorillonita localizados en terrenos ondulados a fuertemente ondulados en la cuenca Guanabo. La erosión va de poca a media al igual que la humificación (Reyes *et al.*, 2007).

En cuanto a la vegetación, en el territorio predominan los pastos con focos de cultivos, sabanas naturales y vegetación secundaria. Asociado al embalse La Coca, por ejemplo, destacan los matorrales tropicales latifolio subtipo xeromorfo espinoso sobre serpentina (cuabal). Hacia el nacimiento, ubicación sur, posee un complejo de vegetación de mogotes; hacia la costa norte, se presenta una franja de vegetación secundaria seguida por un complejo de vegetación de costa arenosa (Reyes *et al.*, 2007).

#### TRABAJO DE CAMPO

Los principales focos contaminantes identificados se encontraron aguas arriba de la presa La Zarza, donde existen dos entidades destinadas a la cría porcina. De esta manera, por escurrimiento, luego de las lluvias, pueden llegar al embalse cantidades excesivas de materia orgánica. Se establecieron cuatro estaciones de muestreo (dos en cada embalse) y su ubicación de acuerdo al Sistema GPS fueron:

- La Zarza: Estación 1: 2°5'14.3'' N y -82°9'12.7'' O.
- La Zarza: Estación 2: 2°3'5'11.1'' N y -82°8'49.3'' O.
- La Coca: Estación 3: 2°3'5'33.5'' N y -82°7'0.3'' O.
- La Coca: Estación 4: 2°3'5'33.1'' N y -82°6'59.7'' O.

El muestreo se realizó en los meses de junio y julio de 2018 entre las 9:00 a. m. y 11:00 a. m. Las estaciones escogidas coinciden con la zona de toma de los embalses, así como el área de acumulación por los vientos haciendo representativas las muestras a tomar, a pesar de la extensión de los embalses. Dentro de cada estación se establecieron tres puntos de muestreo, y en cada punto se extrajeron tres muestras simples, las cuales se mezclaron y homogeneizaron en un recipiente para la obtención posterior de muestras integrales aleatorias, con una mayor representatividad de los microorganismos. Se tomó una alícuota de 100 ml para el análisis, fijada con formol al 4% según la metodología de González y Novelo (1986). La toma se ejecutó de manera aproximada a unos 1.5 m de la orilla con una profundidad de 10 cm en la columna de agua y las muestras se colocaron en recipientes estériles con posterior rotulación.

#### TRABAJO DE LABORATORIO Y PROCESAMIENTO

Para la identificación del fitoplancton se procedió a la observación con microscopio óptico binocular (biológico) realizando la observación con un aumento de 40x. Con el auxilio de claves taxonómicas (Palmer, 1959; Bourrely, 1972; Bold, 1985; Moreno y Licea, 1996) se realizó la identificación taxonómica hasta el nivel de especie siempre que fue posible. Además, se utilizó el Atlas de microorganismos y la base de datos *online* *AlgaeBase* (Guiry y Guiry, 2018). Para la cuantificación se utilizó una Cámara de Neubauer o Hematocitómetro, con 0.1 mm de profundidad (Comas, 1998).

Las muestras se homogeneizaron con el fin de obtener una mejor distribución de los microorganismos y con la pipeta se procedió a tomar la alícuota para la observación microscópica en cámara. Se mantuvo un orden en la secuencia de conteo sin considerar para ello las células que estuvieron asentadas en los bordes divisores derecho e inferior.

El cálculo de las células se realizó según la propuesta de Orellana (2013) a través de la siguiente fórmula:

$$\frac{Células}{ml} = \frac{CT}{4} \times 10\,000$$

Dónde: CT = Número de células totales contadas y 4 = Volumen de los 4 campos contados ( $mm^3 \times 10^{-1}$ ). Obteniéndose los valores (al multiplicar por  $10^3$ ) expresados en células por mililitro (cel/ml).

También se calculó el Índice de Semejanza de Jaccard que expresa la semejanza entre comunidades, basado en la relación de presencia- ausencia entre el número de especies comunes en dos áreas (o comunidades) y el número total de especies (Kent y Coker, 1992). El índice de semejanza se aplicó para comparar las especies de microalgas colectadas en cada mes entre embalses, pudiendo así definir las semejanzas y/o diferencias que pudieran existir, a través de la fórmula:

$$IS_J = \left[ \frac{c}{a+b+c} \right] \times 100$$

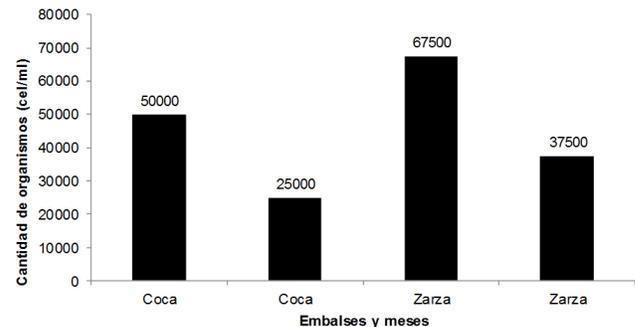
Dónde:  $IS_J$  = Índice de Semejanza de Jaccard, a = número de especies exclusivas de la comunidad A, b = número de especies exclusivas de la comunidad B, y c = número de especies comunes para ambas comunidades. Este índice advierte el porcentaje de individuos comunes entre dos áreas, siendo mayor la similitud mientras mayor es el resultado obtenido.

## RESULTADOS

Se encontraron un total de nueve especies de cianobacterias distribuidas en siete géneros, los cuales fueron: *Anabaena*, *Anabaenopsis*, *Aphanocapsa*, *Chroococcus*, *Cylindrospermopsis*, *Merismopedia* y *Pseudanabaena*. Los géneros *Chroococcus* y *Merismopedia* contaron con dos especies, mientras el resto solo una. En el embalse la Zarza para el mes de junio estuvieron presentes seis géneros, quedando ausente *Anabaena*, siendo el mes y el embalse de mayor representatividad. El propio embalse en el mes de julio contó con cuatro géneros (*Anabaenopsis*, *Aphanocapsa*, *Cylindrospermopsis* y *Merismopedia*) y cuatro especies.

Por su parte, en La Coca se registraron tres especies y tres géneros para junio (*Anabaena*, *Aphanocapsa* y *Chroococcus*), mientras que para julio solo dos especies distribuidos en la misma cantidad de géneros (*Aphanocapsa* y *Chroococcus*). La especie *Aphanocapsa delicatissima* (Nägeli) estuvo presente en ambos embalses los dos meses de muestreo.

Se contabilizó un total de 180 000 cel/ml, de ellas 67 500 cel/ml (37.5%) se registró en La Zarza para el mes de junio. Seguido en números de individuos, La Coca en junio con 50 000 cel/ml (27.8%) luego el mes de julio en La Zarza 37 500 cel/ml (20.8%) y por último La Coca en julio 25 000 cel/ml (13.9%) (Fig. 1).



**Figura 1.** Cantidad de organismos del fitoplancton (cel/ml) y porcentaje que representan en cada embalse por mes de colecta.

**Figure 1.** Quantity of organisms of the phytoplankton (cel/ml) and percentage it represents in each reservoir per month of collection.

Según el número de organismos por especies destacó *Aphanocapsa delicatissima* (Nägeli) de la cual se obtuvieron 37 500 cel/ml en el embalse La Coca en junio. Esta misma especie ocupó el segundo lugar para La Zarza en junio con 25 000 cel/ml. En tercer lugar, siguió *Merismopedia glauca* (Ehrenberg) Kutzing para ese mismo mes y embalse con 17 500 cel/ml, la cuarta especie más numerosa con 15 000 cel/ml fue nuevamente *Aphanocapsa delicatissima* (Nägeli) en La Coca en julio. Por último *Anabaenopsis tanganyikae* (G. S.West) Wolosz. et Mill. in Mill resultó la quinta más numerosa con 12 500 cel/ml en La Zarza en julio.

De acuerdo a la toxicidad, se hallaron dos géneros de relevancia (*Cylindrospermopsis* y *Anabaenopsis*) en la Zarza para ambos meses. Ambos géneros contaron con una cantidad de individuos considerables sobre todo en el mes de julio. *Anabaenopsis* representó el 7.4% del total de individuos en el mes de junio, mientras que para julio totalizó un 33.3%. Por su parte *Cylindrospermopsis*, en el primer mes representó el 25.9% aumentando levemente en el próximo mes a 26.6%. Ello significó un total de 33.3% de estas especies para junio y 59.9% para julio.

Según el cálculo de la semejanza entre los embalses, para el mes de junio se presentaron un total de nueve especies, coincidiendo solo una para ambos acuatorios. Esta situación se repite en el siguiente mes con la

diferencia de obtenerse solo cinco especies. A razón de ello el índice de semejanza calculado entre embalses arrojó un 11.1% para junio y 20% para julio.

## DISCUSIÓN

La toxicidad de las especies de cianobacterias ha sido ampliamente discutida llegando algunos autores a asegurar la capacidad dermato-tóxica de casi todos los géneros (Lucena, 2008). La presencia de las algas verde-azules en acuatorios utilizados para el consumo humano, resulta preocupante a nivel mundial por la producción y liberación de las toxinas capaces de provocar daños agudos a diversos animales incluyendo los seres humanos (Chorus y Bartram, 1999).

El hecho de hallarse géneros de cianobacterias que son reconocidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como productores de toxinas (*Anabaena*, *Anabaenopsis* y *Cylindrospermopsis*), resulta una alerta para estos embalses puesto que, aunque el número de individuos contabilizados no exceden el límite permisible por la OMS correspondiente a más de 20 000 cel/ml (OMS, 2003), no es despreciable el hecho de su presencia. Si tiene lugar una incorporación de nutrientes en exceso o el tiempo de retención del embalse aumenta por razones externas, es posible el desarrollo de floraciones, lo cual sería un agravante, pues aumentarían las probabilidades en la ocurrencia de daños de alguna índole.

Las cianobacterias como indicadoras de condiciones desfavorables para el desarrollo de comunidades estables de una gran diversidad de microalgas, logran desarrollarse bajo condiciones extremas gracias a su capacidad fijadora y sus estructuras de flotabilidad. Ello les permite un desplazamiento mayor y la posibilidad de mantener su posición en la columna de agua; además de una alta eficiencia en el consumo de nutrientes, posibilitando un amplio rango de distribución desde condiciones oligosapróbicas (aguas limpias no contaminadas o de contaminación leve) hasta eutróficas (aguas con alta concentración de materia orgánica de origen alóctono, contaminación muy fuerte) (Guamán y González, 2016).

Como indicadoras de altas concentraciones de materia orgánica dentro de las cianobacterias presentes en La Zarza, destacan por su importancia los representantes del género *Anabaenopsis*, característico en la producción de microcistina; la cual provoca un bloqueo de las

proteínas fosfatasa, produciendo hemorragia del hígado y causando un posible daño acumulativo (OMS, 2003). Por su parte, *Cylindrospermopsis raciborskii* (Wolosz.) Seenayya et Subba Raju, es característica de aguas cálidas, llegando a tolerar valores de luz y nitrógenos escasos. Esta es una especie altamente competitiva en ambientes eutrofizados y productora del alcaloide tóxico cylindrospermopsina, el cual bloquea la síntesis de proteínas a nivel de los riñones y el hígado. Su sintomatología se manifiesta varios días después de la exposición, lo cual dificulta en cierta medida el diagnóstico certero (OMS, 2003; Chorus y Bartram, 1999). Por otra parte, Parra y Almanza (2014) refieren la producción de la microcistina en especies pertenecientes al orden de los *Chroococcales*, dentro del cual se encuentran los géneros *Aphanocapsa* y *Merismopedia*; así como en la representante del orden *Oscillatoriales* (*Pseudanabaena*).

La representación de un moderado número de cianobacterias de manera específica en el embalse La Zarza puede encontrarse condicionado por la presencia, aguas arriba del mismo, de dos instalaciones utilizadas para la cría porcina. El aporte de materia orgánica de estas instalaciones, que de una forma u otra discurren hacia el manto freático compromete de manera considerable la calidad del agua en el embalse, pues es conocido el gran aporte de fósforo que incorporan los desechos orgánicos provenientes de este tipo de ganado. Ello dificulta la estabilidad en la relación fósforo-nitrógeno, desplazando la proporción hacia el fósforo e implicando una reducción en los niveles de nitrógeno en el medio. Esto permite que organismos oportunistas, tales como las cianobacterias que poseen adaptaciones necesarias, aprovechen estas condiciones para su reproducción y provocar el desplazamiento de otras microalgas.

De gran interés se encuentra el género *Anabaena* para La Coca. La especie obtenida de este género es filamentosa, de vida libre y se caracteriza por imprimir olor y sabor a tierra a las aguas (Guarnizo, 2016) provocando así una variación en sus características organolépticas disminuyendo su calidad para el consumo. Es conocido su rápido crecimiento bajo ciertas condiciones limitantes gracias a sus caracteres morfofisiológicos que les permiten desarrollarse en ambientes con baja disponibilidad de nitrógeno atmosférico, pH elevados, así como en medios ricos en materia orgánica (Guarnizo, 2016). Además de esto se le asocia la producción de hepato y neurotoxinas

(OMS, 2003) por lo que presupone una señal de alarma a las autoridades pertinentes. La especie *Aphanocapsa* encontrada en los dos meses en ambos embalses, revela un cierto nivel de interés para el análisis de las microcistinas. Este género está representado por lo general en ambientes eutrofizados (Comas, 2009), por lo que su incidencia puede resultar indicador de condiciones de eutrofia. La otra especie presente de algas verde-azules *Chroococcus minutus* (Kütz.) Nág, se encuentra en el país en zonas templadas y se considera la probabilidad de que sea cosmopolita (Comas, 2009).

El análisis de semejanza entre los embalses denota diferencias relevantes entre los embalses, por lo que a pesar de encontrarse ambos enclavados en la misma cuenca no cuentan, como es lógico señalar, con características semejantes. Un porcentaje tan bajo de similitud en cuanto a las cianobacterias presentes, también informa sobre el grado de diferencia en cuanto a los niveles de eutrofia de estos, reafirmando un mayor grado de contaminación en La Zarza.

### CONCLUSIONES

Los embalses enclavados en la cuenca del río Guanabo cuentan con representantes de cianobacterias reconocidas por la Organización Mundial de la Salud como productoras de toxinas. A pesar de no encontrarse elevados números de organismos, la presencia de géneros con estas características indica cierto grado de eutrofización en los embalses, condición común en el trópico que se ve agravada por las incorporaciones de material alóctono, favoreciendo los procesos de eutrofia. Ello figura que la calidad de las aguas está desplazada hacia condiciones de eutrofización, acrecentadas en el embalse La Zarza. A razón de la ocurrencia de estos táxones es recomendable establecer un monitoreo de las aguas en aras de prever el desarrollo de floraciones que afecten el acuatorio desde aristas tanto socioeconómicas como sanitarias.

### AGRADECIMIENTOS

La investigación se realizó gracias al apoyo de los proyectos OP-15 (Programa de Asociación de País: Apoyo a la implementación del Programa Nacional de Lucha Contra la Desertificación) e IWECO (*Integrating Water, Land and Ecosystems Management in Caribbean Small Island Developing States*), a través de los cuales fue posible el acceso al área, así como a la información requerida.

### LITERATURA CITADA

- Batista JL, Sánchez M. 2001. Peligro y vulnerabilidad por la acción de las aguas (marinas y terrestres) y la erosión costera en el Este de la provincia de Ciudad de La Habana. Proyecto de investigación, Departamento de Geodinámica y Riesgos, Instituto de Geografía Tropical, La Habana. En: Reyes RE, González CL, Molina A, Izaguirre I, Sánchez M, Martínez MC. 2007. Resultado 01: Diagnóstico ambiental de las cuencas hidrográficas de los ríos Tarará, Itabo y Guanabo. Proyecto: "Análisis de los contrastes espacio-temporales que influyen en los problemas ambientales del ecosistema frágil de la zona costera -Acumulativa Tarará- Rincón de Guanabo". Instituto de Geografía Tropical, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, La Habana.
- Bold HC, Wynen MJ. 1985. *Introduction to the algae*. Prentice Hall, Nueva Jersey.
- Bourrely P. 1972. *Les algues d'eau douce. Initiation à la systématique*. Tomos 1 y 2, N. Boubee. París.
- Chorus I, Bartram J. 1999. *Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring and management*. E&FN Spon, London.
- Comas A. 1998. *Sistema Saprobiológico. Informaciones sobre los principales problemas del uso de los métodos biológicos en el monitoreo de la calidad de las aguas superficiales*. Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos. Cienfuegos.
- Comas A. 2009. *Catálogo de las algas y cianoprocariontes dulceacuícolas de Cuba*. Universo Sur. Universidad de Cienfuegos. Cienfuegos.
- De la Lanza EG, Hernández PS, Carbajal PJ. 2000. Organismos Indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (Bioindicadores). México. En: Vázquez G, Castro G, González I, Pérez R, Castro T. 2006. Bioindicadores como herramienta para determinar la calidad del agua. Departamento El Hombre y su Ambiente, UAM-X.
- Flores E, Laiz OR. 2015. Incidencia del comportamiento antrópico en las cuencas hidrográficas, en la erosión de los suelos y su sedimentación en los embalses. Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos de la Habana (EIPHH). Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH), La Habana.
- González GJ, Novelo ME. 1986. Técnicas especiales de recolección y preparación de ejemplares de grupos selectos de plantas: algas. En: Consejo Nacional de la Flora de México 1986. Separata de manual de herbario.

- Guamán MC, González NP. 2016. Catálogo de microalgas y cianobacterias de agua dulce del Ecuador. Laboratorio de biotecnología energética, Corporación para la investigación energética, Quito.
- Guarnizo DM. 2016. Elaboración de un sistema estadístico de control de las algas que deterioran las propiedades organolépticas del agua de consumo en la zona de captación de agua potable para la ciudad de Guayaquil. Tesis en opción al grado de Magíster en manejo integral de laboratorios de desarrollo. Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Departamento de Ciencias Químicas y Ambientales, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil.
- Guiry MD in Guiry, MD. & Guiry, GM. AlgaeBase. Worldwide electronic publication, National University of Ireland, Galway. 2018. Disponible en <http://www.algaebase.org/> (consultado 20 de septiembre de 2018).
- Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH). 2012. INRH-GEARH 2012. Embalses construidos en Cuba.
- Kent M, Coker P. 1992. Vegetation Description and Analysis. A Practical Approach. CRC Press. Florida, U.S.A. En: Badii MH, Landeros J, Cerna E. 2008. Patrones de asociación de especies y sustentabilidad. Daena: *International Journal of Good Conscience*. 3: 632-660.
- Lasa V. 2008. Expo Saragoza 2008. Agua y ciudad. Pautas de los gobiernos locales para la sostenibilidad. La experiencia en la Habana. Delegación de Recursos Hidráulicos de La Habana, Cuba.
- Lucena E. 2008. Aspectos sanitarios de las cianotoxinas. *Higiene y Sanidad Ambiental*. 8: 291-302.
- Moreno JL., Licea S. 1996. *Diatomeas del Golfo de California*. Universidad Autónoma de Baja California Sur, USA.
- Orellana KR. 2013. Caracterización de las algas planctónicas presentes en el humedal la Tembladera. Universidad técnica de Machala. Tesis de grado. Facultas de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Ingeniería Acuícola, Machala.
- Palmer M. 1959. Key for the identification of fresh water algae. USA. 1215-1994.
- Parra O, Almanza V. 2014. Taxonomía y morfología de los principales géneros y especies de cianobacterias productoras de toxinas. Curso: Floraciones de algas nocivas (FAN) en sistemas acuáticos continentales. Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile.
- Reyes RE, González CL, Molina A, Izaguirre I, Sánchez M, Martínez MC. 2007. Resultado 01: Diagnóstico ambiental de las cuencas hidrográficas de los ríos Tarará, Itabo y Guanabo. Proyecto: "Análisis de los contrastes espacio-temporales que influyen en los problemas ambientales del ecosistema frágil de la zona costera -Acumulativa Tarará- Rincón de Guanabo". Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, Instituto de Geografía Tropical, La Habana.
- Roldán G. 1992. Fundamentos de limnología neotropical. Editorial Universidad de Antioquia, Medellín.
- OMS (Organización Mundial de la Salud) (2003). *Guidelines for safe recreational water environments*. Vol. 1: Coastal and Fresh Waters, Geneca-Italia.