

ASPECTOS HISTÓRICOS DE LA COMPOSICIÓN PLANCTÓNICA DE LA LAGUNA DE TACARIGUA (ESTADO MIRANDA, VENEZUELA)

Historical aspects of the planktonic composition of the Tacarigua lagoon (Miranda State, Venezuela)

Rubén Torres

Laboratorio de Ecología de Sistemas Acuáticos (Plancton), Centro de Ecología y Evolución, Instituto de Zoología y Ecología Tropical, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, San Pedro, Caracas, Distrito Capital. Apartado Postal: 20513. *ruben.torres@ciens.ucv.ve

RESUMEN

La laguna de Tacarigua es un humedal costero del Caribe venezolano, con figura legal de Parque Nacional y sitio Ramsar. El plancton es una comunidad de gran valor en los humedales, al ser la base productiva (fitoplancton), primer eslabón de transferencia de energía (zooplancton) de la trama trófica y grandes bioindicadores de calidad ambiental. La composición del plancton de la laguna de Tacarigua ha variado en las últimas décadas, desde componentes dominantes en condiciones prístinas (fitoplancton: diatomeas y dinoflagelados; zooplancton: copépodos estuarinos y marinos, rotíferos eurihalinos y tintinidos) hasta componentes nuevos e invasores en condiciones muy perturbadas (fitoplancton: cianobacterias; zooplancton: copépodos y rotíferos dulceacuícolas, cladóceros y rizópodos). Esto ha sido consecuencia de alteraciones graduales y profundas en la calidad de sus aguas, provenientes de fuentes y actividades humanas muy variadas de gran impacto sobre la laguna. La mayoría de las investigaciones en este humedal fueron lideradas por la Dra. Evelyn Zoppi de Roa (1931-2019)†, a quien se le rinde homenaje en este simposio.

Palabras clave: fitoplancton, zooplancton, bioindicador, laguna costera.

Keywords: phytoplankton, zooplankton, bioindicator, coastal lagoon.

INTRODUCCIÓN

Las lagunas costeras son ecosistemas notables por su gran productividad, zonas reproductivas bien resguardadas de poca profundidad y sitios de alimentación abundante para una variedad de organismos marinos, estuarinos y dulceacuícolas (época lluviosa), además de especies terrestres y aves migratorias y residentes que convergen en dichos ambientes (Wolanski y Boto, 1990; Campbell *y col.*, 2008). La laguna de Tacarigua goza de protección por decreto presidencial y leyes venezolanas como parque nacional, así como protección internacional por la Convención Ramsar, al constituir un humedal marino costero de relevancia ecológica, parada de aves migratorias y sitio de desove, criadero, refugio y reclutamiento de numerosas especies marinas, varias de las

cuales tienen gran importancia socioeconómica como alimentos de consumo humano (principalmente crustáceos y peces) y otras en peligro de extinción (tortugas marinas y caimanes de la costa) (Álvarez, 1996).

El plancton es una comunidad pelágica compuesta mayoritariamente por organismos microscópicos autótrofos (fitoplancton), base de las tramas tróficas en aguas libres, y heterótrofos (zooplancton), nivel trófico de transferencia de energía de productores primarios al resto de los consumidores de niveles de orden superior (Sommer, 2012). También son valiosos bioindicadores de calidad ambiental en cuerpos de agua, por sus sensibilidades a cambios muy pequeños en concentraciones de diferentes sustancias químicas disueltas en el medio (Wu, 1984; Ferdous y Muktadir, 2009).

Los antecedentes del estudio del plancton en la laguna de Tacarigua datan de la década de los setenta del siglo pasado. La Dra. Evelyn Zoppi de Roa lideró la mayoría de los estudios allí realizados. Se presenta la recopilación de investigaciones de trabajos pioneros y se incluyen los cambios de la comunidad planctónica en composición, abundancia y variación espacial y temporal, donde sus dos componentes constituyen bioindicadores precisos de los cambios que ha experimentado el sistema lacustre a lo largo de dicha serie temporal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El Parque Nacional Laguna de Tacarigua se encuentra ubicado en la costa caribeña del estado Miranda, Venezuela, entre las coordenadas geográficas 10°11'30" y 10°20'20" N y 65°41'10" y 65°57'20" O. Comprende una laguna costera permanente de 7.800 ha y 1,2 m de profundidad media, separada del mar por una barra arenosa de 28,8 km de largo y 300-1.000 m de ancho, que se formó por la acción de la corriente marítima que recorre el litoral en dirección Este-Oeste. La albufera está dividida en seis sectores sublagunares, con diferentes características (Álvarez, 1996) (Figura 1).

El ecosistema lagunar constituye una zona de vida de bosque de manglar, con predominio amplio del mangle rojo (*Rhizophora mangle*), con una cobertura vegetal superior a 90%. El parque nacional brinda protección a la fauna y flora de ambientes marinos y dulceacuícolas que drenan hacia dicho cuerpo de agua, generando un ambiente de condiciones estuarinas, donde la salinidad fluctúa en intervalos muy amplios en sus diferentes sectores (Álvarez, 1996).

Métodos. Una revisión bibliográfica de los estudios planctónicos en la laguna de Tacarigua fue llevada a cabo con material en físico y digital, distribuido en publicaciones y tesis de pregrado y postgrado. La inmensa mayoría de los datos corresponden a estudios del Laboratorio de Ecología

de Sistemas Acuáticos, línea de investigación de Ecología y Taxonomía de Plancton, Instituto de Zoología y Ecología Tropical, Universidad Central de Venezuela, investigaciones dirigidas por la Dra. Evelyn Zoppi de Roa. Se tomaron datos de composición, riqueza, abundancia y mapas de distribución espacial y temporal de los dos componentes planctónicos: fitoplancton y zooplancton.

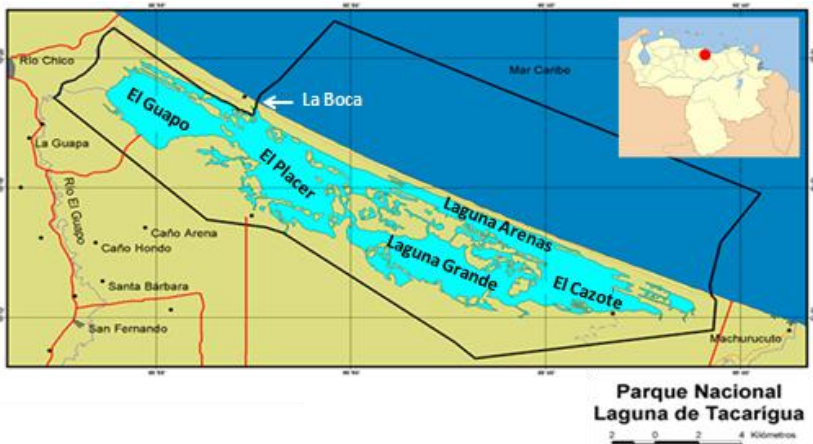


Figura 1. Ubicación del área de estudio y sectores sublagunares con descripción de algunas características abióticas (modificado de Zoppi de Roa y Cañizalez, 2012). El Guapo, zona más somera y con fuerte influencia dulceacuicola; El Placer, zona de mezcla de agua dulce y agua marina; Laguna Grande, zona más profunda rodeada de manglares; El Cazote, aguas someras estancadas; Laguna Arenas, zona de influencia marina por barra arenosa; La Boca, comunicación directa con el mar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra la serie temporal de trabajos realizados en la laguna de Tacarigua. El trabajo pionero en los estudios del plancton en Tacarigua y en general en lagunas costeras de Venezuela fue el realizado por Zoppi de Roa (1974). Con la salvedad del trabajo de Rodríguez Grau (1977), el resto de las investigaciones señaladas en la tabla corresponden a tesis dirigidas por la Dra. Zoppi de Roa, sobre diferentes aspectos ecológicos y taxonómicos del plancton de la albufera. Cabe destacar que los trabajos abarcaron una amplia gama de estudios ecológicos y taxonómicos, algunos de interés particular como los trabajos de Zacarías (1981) que hizo énfasis en uno de los componentes más importantes del zooplancton, los copépodos, en particular *Oithona hebes*; González (1985) que realizó la primera estimación de productividad primaria del fitoplancton para Tacarigua y cualquier otra albufera de Venezuela, en dicho estudio dinoflagelados y diatomeas dominaban esta comunidad autótrofa; Palacios-Cáceres (2001) realizó una investigación sobre larvas

de decápodos, un componente relevante del meroplancton marino, donde evidenció la importancia de la laguna como zoocriadero. El último estudio listado (Zoppi de Roa y Cañizalez, 2012) forma parte de un proyecto multidisciplinario sobre impacto de actividades antrópicas y cambio climático en la laguna, el cual revela un cambio notable y contrastante con los estudios anteriores en lo referente a la composición del plancton.

Tabla 1. Cronología de trabajos planctónicos realizados en la laguna de Tacarigua.

Año	Componentes estudiados	Autor
1974	Fitoplancton y zooplancton	Evelyn Zoppi de Roa
1977	Fitoplancton y zooplancton	José Carlos Rodríguez Grau
1981	Zooplancton con énfasis en copépodos (ciclo de vida y producción)	Donis Zacarías
1983	Fitoplancton (taxonomía y sucesión)	Mario Gutiérrez
1985	Fitoplancton (productividad primaria)	Federico González
1992	Zooplancton	Zoila Martínez
1997	Evaluación experimental de los mecanismos reguladores del fitoplancton	Paula Spiniello
2001	Meroplancton: Larvas de peneidos y <i>Callinectes bocourti</i> ; plancton en general	Mario Palacios-Cáceres
2012	Fitoplancton y zooplancton	Evelyn Zoppi de Roa y Elisa Cañizalez

A lo largo de los estudios reseñados en la crónica anterior, la composición de la comunidad planctónica se caracterizó en su mayor parte por especies permanentes típicas de este ambiente (Tabla 2), todas especies adaptadas a las condiciones cambiantes del lugar, principalmente la salinidad, siendo el rasgo adaptativo principal la eurihalinidad (Zoppi de Roa, 1974, 1994). El fitoplancton históricamente ha estado integrado en forma predominante por unas pocas especies de dinoflagelados y diatomeas, destacando *Ceratium fusus* entre los primeros (Gutiérrez, 1983; González, 1985). Por su parte, el zooplancton también consta de pocas especies, con los copépodos como primer componente, principalmente la especie *Oithona hebes* (Zacarías, 1981), así como una especie de rotífero eurihalino, *Brachionus plicatilis*, que ha sido empleado como un bioindicador importante de las condiciones estuarinas de la laguna (Zoppi de Roa, 1974; 1992; Martínez, 1992). Otro componente característico del zooplancton de Tacarigua es el ciliado tintínido *Favella panamensis* (Zoppi de Roa, 1974), incluso en la citada investigación de Zoppi de Roa y Cañizalez (2012), donde se evidencian grandes cambios en la composición de la comunidad planctónica.

La Figura 2 muestra los resultados de la investigación de Zoppi de Roa y Cañizalez (2012), donde se presentan las composiciones, abundancias (gráficas de barra) y distribución espacial y temporal del fitoplancton y zooplancton de la laguna de Tacarigua. Este trabajo se destaca por el gran contraste encontrado

entre los grupos predominantes, principalmente en el fitoplancton, con lo que se conocía en estudios anteriores. Las cianobacterias desplazaron a los dinoflagelados como el componente ampliamente dominante en varios de los sectores sublagunares, con superpoblaciones de $1,6 \times 10^8$ células por litro en El Placer (marzo de 2012), fenómeno biológico indicador de eutrofización en la albufera, como consecuencia de diferentes fuentes de contaminación de sus aguas, principalmente aportes fluviales (río Guapo) que arrastran gran cantidad de nutrientes derivados de actividades agrícolas en la cuenca alta, así como aguas residuales no tratadas provenientes de la población de Tacarigua de la Laguna, próxima a la Boca. El zooplancton conservó en buena medida algunos de sus componentes típicos como tintínidos y copépodos estuarinos en marzo (mes de sequía), mientras que en agosto, correspondiente a lluvia, se observó una invasión de especies marinas, como diferentes componentes del meroplancton, que son larvas de decápodos y peces, producto de la conexión con el mar a través de la Boca, la cual se abre en esa época. La Boca, que es un sector con mayor carácter marítimo, cuenta con presencia de cnidarios y ctenóforos, organismos estenohalinos que no entran a la albufera. Otros grupos que se han observado provienen de agua dulce, como cladóceros y rizópodos.

Tabla 2. Componentes planctónicos característicos de la laguna de Tacarigua en condiciones saludables revelados en los estudios realizados en ese humedal costero.

Taxa planctónicos permanentes y temporales	
Fitoplancton	Zooplancton (holoplancton)
Dinoflagelados	<i>Favella panamensis</i> (tintínido)
<i>Ceratium fusus</i> var. <i>seta</i>	<i>Brachionus plicatilis</i> (rotífero)
<i>Prorocentrum balticum</i>	<i>Oithona hebes</i> (copépodo)
<i>Prorocentrum micans</i>	Zooplancton (meroplancton)
Diatomeas	Larvas de poliqueto
<i>Cyclotella menenghiana</i>	Larvas de <i>Bittium caraboboense</i> (gastropodo)
<i>Navicula yarrensii</i>	Larvas de otros gastropodos
Clorofitas	Zoeas de Anomura y Brachyura (decápodos)
<i>Micrasterias cruz-melitensis</i>	Zoeas y megalopas de <i>Callinectes bocourti</i> (Brachyura)
Cianobacterias	Postlarvas de camarones (Penaeidae)
<i>Nostoc piscinale</i>	Huevos y larvas de peces

Finalmente, la Tabla 3 muestra una comparación cualitativa de las abundancias de las especies características de la laguna y especies recientes, no reportadas en estudios anteriores. El mayor contraste lo muestran las cianobacterias, particularmente las especies *Microcystis aeruginosa* y *Merismopedia glauca* que de ser ausentes pasaron a formar floraciones a raíz de los aportes de nutrientes, particularmente fósforo y nitrógeno, lo que originó un proceso de eutrofización. Por su parte, especies abundantes o frecuentes en décadas anteriores, hoy día son

escasas, como los casos de *C. fusus* y *Procoentrum micans* (dinoflagelados), *Micrasterias* sp. (clorofita), *B. plicatilis* (rotífero) y otras. El caso del tintinado *F. panamensis* es particular, pues si bien es una especie autóctona, contrariamente a ser perjudicado por los cambios, sus poblaciones aumentaron notablemente, quizá porque su nutrición detritívora se favorece por la gran cantidad de materia orgánica que se ha adicionado al aporte del manglar. Preocupa la disminución progresiva de larvas de decápodos y peces, dada no sólo su importancia ecológica, sino también su repercusión socioeconómica en las poblaciones humanas costeras que se alimentan y venden el producto que pescan para su subsistencia.

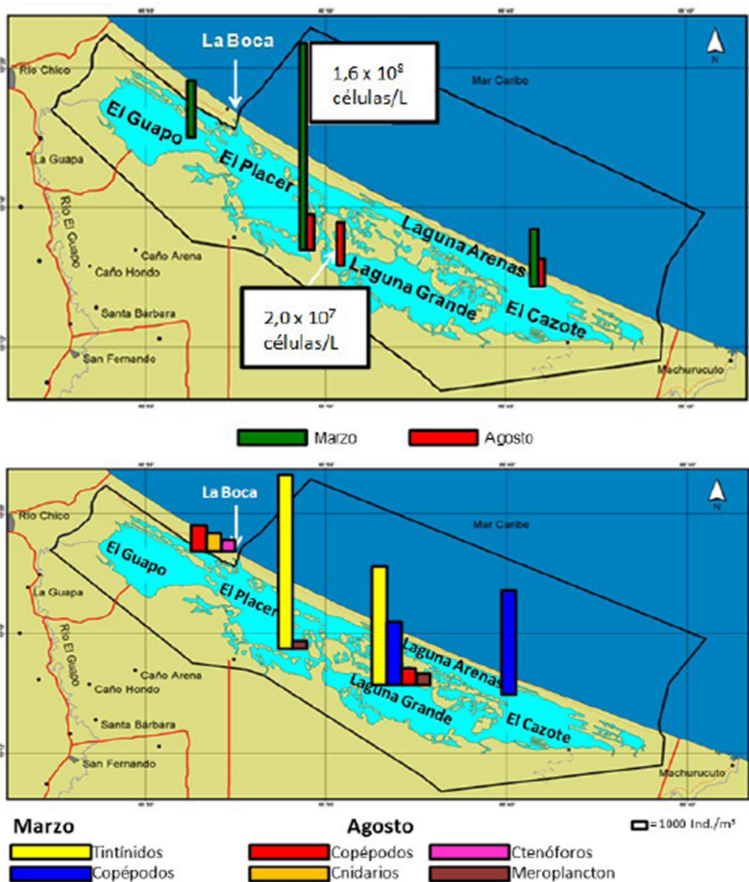


Figura 2. Composición, abundancia y distribución espacial y temporal de los componentes del fitoplancton y zooplancton en la laguna de Tacarigua (Zoppi de Roa y Cañizalez, 2012).

Tabla 3. Comparación cualitativa de las abundancias de diferentes especies planctónicas reportadas para la laguna de Tacarigua entre trabajos anteriores y actuales.

	Taxa	Trabajos previos	Actualidad
FITOPLANCTON			
Dinoflagelados	<i>Ceratium fusus</i>	Abundante	Escaso
	<i>Prorocentrum micans</i>	Abundante	Escaso
Diatomeas	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	Abundante	Ausente
	<i>Navicula yarrensii</i>	Abundante	Escaso
Clorofitas	<i>Coscinodiscus</i> sp.	Abundante	Escaso
	<i>Micrasterias</i> sp.	Abundante	Escaso
	<i>Cosmarium</i> sp.	Frecuente	Escaso
Cianobacterias	<i>Microcystis aeruginosa</i>	Ausente	Muy abundante (floraciones)
	<i>Merismopedia glauca</i>	Ausente	Muy abundante (floraciones)
ZOOPLANCTON			
Tintínidos	<i>Favella panamensis</i>	Escaso	Muy abundante
Rotíferos	<i>Brachionus plicatilis</i>	Abundante	Escaso
Copépodos	<i>Oithona hebes</i>	Frecuente	Frecuente
	<i>Acartia tonsa</i>	Frecuente	Frecuente
Meroplancton	Larvas de decápodos (cangrejos)	Abundante	Frecuente
	Larvas de peces	Abundante	Frecuente

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos a las profesoras Elizabeth Gordon y Nora Malaver por la oportunidad de presentar este trabajo el III Simposio de Humedales, Agua y Diversidad y motivar a su publicación en extenso. Un agradecimiento especial a la profesora Evelyn Zoppi de Roa (†) en cuya memoria me inspiré y dedico esta publicación.

LITERATURA CITADA

- Álvarez, J. 1996. Ubicación, origen, características y problemática ambiental del Parque Nacional Laguna de Tacarigua. Coordinación PNLT, Informe Técnico INPARQUES.
- Campbell, P.E., J.A. Manning, M.K. Webber y D.F. Webber. 2008. Planktonic communities as indicators of water quality in mangrove lagoons; a Jamaican case study. *Transitional Waters Bulletin* 3: 39-63.
- Ferdous, Z. y A. Muktadir. 2009. A Review: Potentiality of Zooplankton as Bioindicator. *Am. J. Applied Sci.* 6(10): 1815-1819.
- González, F. 1985. Productividad primaria del fitoplancton en la Laguna de Tacarigua, Estado Miranda. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. 127 pp.
- Gutiérrez, M. 1983. Variación estacional del fitoplancton de la Laguna de Tacarigua, Estado Miranda. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. 103 pp.
- Martínez, Z. 1992. Laguna de Tacarigua: estructura del zooplancton y sus variaciones espacio-temporales. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. 55 pp.

- Palacios-Cáceres, M. 2001. Dinámica de la distribución y movimiento de las larvas de peneidos y *Callinectes* (Crustacea: Decapoda) en la Laguna de Tacarigua, Edo. Miranda. Tesis de Doctorado, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela.
- Rodríguez Grau, J.C. 1977. Distribución espacial del zooplancton, en pequeña escala, en la laguna de Tacarigua. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela.
- Sommer, U. 2012. Plankton Ecology: Succession in Plankton Communities. Springer Science & Business Media, USA. 369 pp.
- Spiniello, P. 1997. Evaluación experimental de la limitación por nutrientes y el pastoreo por el zooplancton como mecanismos reguladores del fitoplancton de la Laguna de Tacarigua. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela.
- Wolanski, E. y K. Boto. 1990. Introduction: mangrove oceanography and links with coastal waters. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 31: 503-504.
- Wu, J. 1984. Phytoplankton as Bioindicator for Water Quality in Taipei. *Bot. Bull. Academia Sinica* 25: 205-214.
- Zacarias, D. 1981. Algunos aspectos del ciclo de vida del *Oithona hebes* Giesbrecht (Copepoda : Cyclopoida) en la Laguna de Tacarigua. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. 80 pp.
- Zoppi de Roa, E. 1974. Comparación de algunas características del plancton entre las lagunas costeras de Tacarigua y Unare, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de la Universidad de Oriente, Venezuela*, 13: 129-146.
- Zoppi de Roa, E. 1994. Zooplancton de la Laguna de Tacarigua. En: Estudio del sistema lagunar Tacarigua-Unare-Piritu. Informe técnico (Proyecto PC-.074) William Senior (Ed.) Instituto Oceanográfico de Venezuela, UDO-Instituto de Zoología Tropical, UCV- CONICIT: 104-116.
- Zoppi de Roa, E. y E. Cañizalez. 2012. Implicaciones de Comunidades Planctónicas y Bacterianas en la Calidad del Agua y su Potencialidad Para la Producción Pesquera de la Laguna de Tacarigua en Beneficio de Comunidades Aledañas, Estado Miranda. Proyecto ONCTI, 1209.