

Primer reporte de la presencia de *Ceratium furcoides* (Levander) Langhans (Dinophyceae) y *Boergesenia forbesii* (Harvey) Feldman 1938 (Ulvophyceae) en Panamá

First report on the presence of Ceratium furcoides (Levander) Langhans (Dinophyceae) and Boergesenia forbesii (Harvey) Feldmann 1938 (Ulvophyceae) in Panama.

Cecibeth Aparicio

Universidad de Panamá. Centro Regional Universitario de Veraguas. Panamá
cecibethdelcarmenaparicio@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0008-1007-1976>

Carlos Seixas

Universidad de Panamá. Centro Regional Universitario de Veraguas. Panamá
carlos.seixas@up.ac.pa; <https://orcid.org/0000-0002-3430-3793>

Artículo recibido: 3 de septiembre de 2025

Artículo aceptado: 22 de septiembre 2025

DOI: <https://doi.org/10.48204/j.colegiada.v7n1.a8396>

RESUMEN

Se confirma la presencia de *Ceratium furcoides* y *Boergesenia forbesii* en las costas del Caribe de Panamá. Este hallazgo tiene gran relevancia para comprender la dinámica de introducción y dispersión de especies invasoras acuáticas en el país. La presencia de *B. forbesii* en ambientes marino-costeros y de *C. furcoides* en ecosistemas continentales de Panamá constituye el primer registro documentado de estas especies en el país y amplía de manera significativa su rango de distribución en la región. A pesar de pertenecer a grupos taxonómicos diferentes y ocupar hábitats distintos, ambas comparten un patrón de comportamiento invasor caracterizado por su capacidad de dispersión, ventajas competitivas frente a especies nativas y potencial para alterar la estructura y funcionamiento de los ecosistemas que colonizan. En el caso de *B. forbesii*, su morfología vesicular y capacidad de flotación le permiten colonizar eficientemente ambientes iluminados y con sustratos duros, desplazando a macroalgas autóctonas como *Chaetomorpha* y *Dictyota*. Por su parte, *C. furcoides* ha demostrado una elevada plasticidad morfológica y fisiológica que favorece su establecimiento en lagos y embalses, donde es capaz de generar blooms que deterioran la calidad del agua y modifican las comunidades fitoplanctónicas. La relevancia de estos hallazgos radica en que ambos casos evidencian un mismo proceso: la vulnerabilidad de los ecosistemas panameños frente a especies acuáticas invasoras. Mientras que *B. forbesii* representa un riesgo para comunidades marino-costeras como arrecifes y praderas de pastos marinos, *C. furcoides* amenaza la estabilidad de los ecosistemas continentales y los servicios ecosistémicos asociados al agua dulce. Esto coincide con estudios que destacan la influencia de vectores naturales y antropogénicos como las corrientes, las aguas de lastre y la navegación en la dispersión de organismos marinos y de agua dulce.



Además, resaltan la necesidad urgente de establecer programas de monitoreo y manejo integral que permitan prevenir, detectar y mitigar sus posibles impactos ecológicos y socioeconómicos.

PALABRAS CLAVE: especies invasoras, *Boergesenia forbesii*, *Ceratium furcoides*, macroalgas, fitoplancton

ABSTRACT

The presence of *Ceratium furcoides* and *Boergesenia forbesii* is confirmed on the Caribbean coasts of Panama. This finding is highly relevant for understanding the dynamics of introduction and dispersal of invasive aquatic species in the country. The presence of *B. forbesii* in marine–coastal environments and *C. furcoides* in continental ecosystems of Panama represents the first documented record of these species in the country and significantly broadens their distribution range in the region. Although they belong to different taxonomic groups and occupy distinct habitats, both share an invasive behavior pattern characterized by their dispersal capacity, competitive advantages over native species, and potential to alter the structure and functioning of the ecosystems they colonize. In the case of *B. forbesii*, its vesicular morphology and buoyancy enable it to efficiently colonize illuminated environments with hard substrates, displacing native macroalgae such as *Chaetomorpha* and *Dictyota*. On the other hand, *C. furcoides* has shown high morphological and physiological plasticity that favors its establishment in lakes and reservoirs, where it can generate blooms that deteriorate water quality and alter phytoplankton communities. The relevance of these findings lies in the fact that both cases highlight the same process: the vulnerability of Panamanian ecosystems to invasive aquatic species. While *B. forbesii* poses a risk to marine–coastal communities such as reefs and seagrass meadows, *C. furcoides* threatens the stability of continental ecosystems and the ecosystem services associated with freshwater. This coincides with studies emphasizing the influence of natural and anthropogenic vectors, such as currents, ballast water, and navigation, on the dispersal of marine and freshwater organisms. It underscores the vulnerability of Panama's aquatic ecosystems to the introduction of exotic species and the urgent need to establish monitoring and comprehensive management programs to prevent, detect, and mitigate their potential ecological and socioeconomic impacts.

KEYWORDS: invasive species, *Boergesenia forbesii*, *Ceratium furcoides*, macroalgae, phytoplankton

INTRODUCCIÓN

Boergesenia forbesii pertenece a la división Clorófitas, un grupo importante de algas con una variedad de tipos morfológicos. Harvey (1860) la nombró inicialmente como *Valonia forbesii* pero Feldmann (1938) la reasignó a su nombre actual después de un examen detallado de sus características morfológicas (Guiry & Guiry, 2024). El género agrupa algas con formas tubulares y grandes vacuolas. *B. forbesii* es un alga sifonosa, vesicular y con características que la diferencian fácilmente de otros géneros de algas verdes.

La especie habita en aguas someras, marinas, tropicales y subtropicales, con mucha luminosidad, adherida a sustratos de estructura rígida como rocas, corales e incluso manglares. Su estructura y morfología le permiten cierto grado de flotabilidad, lo que le brinda ventajas a la hora de capturar eficientemente la luz y contribuye a su capacidad para colonizar nuevas áreas (Ballantine *et al.*, 2016; Littler & Littler, 2000; Ruiz *et al.*, 2020).

La especie formaba agregaciones densas, desplazando parcialmente a otras macroalgas autóctonas como *Chaetomorpha* y *Dictyota spp.*, lo cual sugiere un alto potencial de competencia ecológica. Este patrón de colonización rápida y dominancia local es característico de macroalgas invasoras (Schaffelke *et al.*, 2006).

Aunque aún no se ha demostrado el impacto ecológico que la especie podría tener en las áreas colonizadas, las características morfológicas y fisiológicas les dan ventajas

competitivas frente a especies nativas y confirman su carácter invasor y oportunista en ecosistemas perturbados.

B. forbesii es una especie nativa de los ambientes costeros y coralinos del Indo-Pacífico (Guiry & Guiry, 2024) pero se ha reportado también para el Atlántico tropical occidental. Ballantine *et al.* (2016), la documentó por primera vez en Isla Culebra, Puerto Rico, en muestras provenientes de zonas intermareales rocosas someras. Este hallazgo constituyó el primer registro verificado de la especie para el mar Caribe.

En opinión de los autores, la no existencia de evidencia histórica de la presencia de la especie en la zona, ni en colecciones de herbario, ni en trabajos taxonómicos previos, sugiere una presencia reciente.

Entre los posibles medios de introducción de la especie están las aguas de lastre, los cascos de las embarcaciones, las corrientes marinas y el comercio como especies ornamentales. Ruiz *et al.* (2020), reportó la presencia de la especie en otras localidades de Puerto Rico y Barbados, lo que confirma la hipótesis de su expansión por el Caribe.

Ceratium furcoides es un dinoflagelado, conocido por la capacidad de formar floraciones masivas en ecosistemas dulceacuícolas. Aunque su distribución está limitada a las regiones templadas europeas, se ha establecido en los últimos diez años en Sudamérica. Además, se ha reportado su expansión hacia zonas del subtrópico y el trópico, clasificándola como una especie invasora en muchas de las regiones (Privitera-Signoretta, *et al.*, 2019).

Su expansión en cuerpos de agua dulce se reporta en algunos países de Asia, América y Oceanía. En Sudamérica se ha detectado en Colombia, Brasil, Bolivia, Paraguay, Argentina y Chile. Su presencia en estos países tiene mucha importancia debido a su capacidad de formar floraciones que impactan la dinámica natural de la base de la cadena trófica y con ello a los niveles superiores asociados al ecosistema dulceacuícola (Mendoza-Carvajal, *et al.*, 2022).

Estas floraciones son densas y visibles; cabe resaltar que, aunque estas no representan un riesgo tóxico, la gravedad de estas recae en los efectos que tienen sobre la biota y la composición del agua. Uno de ellos es la reducción del oxígeno disuelto, con episodios de anoxia que afectan directamente a organismos como los peces y el zooplancton y que se traducen en la mortandad de estos organismos.

Por otro lado, está la alteración en la calidad del agua que puede afectar fuentes que se utilizan para el suministro de agua potable. Se ha demostrado por medio de estudios que la proliferación de la especie *C. furcoides* está relacionada principalmente con ciertas condiciones ambientales específicas como la temperatura, estratificación térmica y la concentración de ciertos nutrientes (Morales, 2016).

Su potencial invasor está dado por sus características morfológicas, que son variables y que a la vez favorecen su supervivencia y proliferación en ambientes eutróficos e inclusive hipertróficos. Según Almanza *et al.* (2016), la especie puede mostrar cambios en algunos rasgos de su morfología como la longitud total y el número de cuernos. Esto se ha vinculado con fluctuaciones ambientales y cambios en abundancia y le da al organismo ventajas competitivas frente a otras especies nativas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio

Figura 1.

A. Localización del Lago Gatún. B. Una vista de Cacique en el Caribe de Panamá. Fuente: Google Earth.



La costa de *Cacique* se localiza en la provincia de Colón, en el litoral caribeño del país (Fig. 1). Forma parte del arco caribeño centroamericano, caracterizado por su riqueza y por una alta diversidad de ecosistemas marino-costeros que, en conjunto, conforman un entorno con un alto valor de productividad. La costa de Cacique presenta un clima tropical húmedo, con temperaturas promedio anuales que oscilan entre 26° y 28° C y una temporada lluviosa que inicia en abril y se extiende hasta diciembre, con precipitaciones que superan los 3,000 mm anuales (ANAM, 2009, López-Calderon, *et al.*, 2013). La alta transparencia en la estación seca y la estabilidad en los parámetros de salinidad, que oscilan entre los 34 y 36 ‰, son características que distinguen a esta región. Estas condiciones favorecen el desarrollo de comunidades de macroalgas, corales y una variedad de organismos bentónicos. Los oleajes son moderados y las corrientes están influenciadas por los patrones de circulación del Caribe que facilitan de manera natural la dispersión de propágulos y esporas, así como también la llegada y asentamiento de especies introducidas mediante vectores naturales y antropogénicos (D'Croz, L., & Robertson, D. R. 1997).

La zona presenta una baja densidad poblacional, pero se realizan actividades como la pesca artesanal, la navegación costera y el turismo que, aunque a baja intensidad, generan una interacción directa con el entorno marino y aumentan la vulnerabilidad de los ecosistemas costeros a la introducción de especies marinas no nativas, como es el caso documentado de la macroalga potencialmente invasora *B. forbesii* (Ballantine *et al.*, 2016).

El lago Gatún, por otra parte, es un embalse creado mediante el represamiento del río Chagres con el propósito de almacenar el agua necesaria para permitir el paso seguro de barcos de gran calado en el Canal de Panamá. La temperatura del agua en el embalse fluctúa entre los 27.5 y 29.5 Grados Celsius. El oxígeno disuelto se registra un promedio de 6.22 mg/l, mientras que la dureza total del agua es aproximadamente 30 mg/l y la alcalinidad alcanza alrededor de 40 mg/l. El pH es generalmente neutro o ligeramente alcalino de 7,2, y la turbidez es baja, con un índice promedio de 0,7 unidades. La conductividad promedio

del agua es de cerca de 90 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lo que refleja una baja salinidad relativa. En cuanto a nutrientes nitrogenados, las concentraciones de nitratos, nitritos y amonio se encuentran en niveles bajos, con valores promedio de 0.044 mg/l para nitratos, 0.024 mg/l para nitritos y 0.04 mg/l para amonio (D'Croz, *et al.*, 2005; Heckadon-Moreno, 2001; McCullough *et al.*, 1980).

Recolección de las muestras

Las muestras de algas se recolectaron manualmente en el mes de mayo de 2025 como parte del monitoreo anual que se realiza en la costa arriba de Colón. En el caso de las formas crustosas, calcáreas y aquellas adheridas a un sustrato, se utilizó un cuchillo de punta plana. Una vez recolectadas, las muestras se colocaron en bolsas plásticas y se transportaron en un balde al laboratorio del Centro Regional Universitario de Veraguas. Para la fijación de las muestras, se utilizó una solución de formalina al 5 % en agua de mar.

Por otra parte, las muestras de fitoplancton provinieron del lago Gatún, donde se realiza un monitoreo anual desde el 2021. Para la recolección, se utilizó una bomba sumergible que impulsaba el agua hacia una red de fitoplancton con abertura de malla de 20 micrómetros, todo controlado desde la embarcación.

Metodología de laboratorio

Las algas se identificaron con la ayuda de la literatura especializada de Wysor, (2000) y Wysor *et al.* (2003), Ballantine *et al.* (2009) y Ballantine *et al.* (2011)

. Las observaciones se hicieron con la ayuda de un microscopio binocular y un estéreo microscopio. En el caso del fitoplancton, se trabajó con volúmenes estándar de 135 ml concentrados a 50 ml. La identificación se realizó a nivel de género utilizando la literatura especializada Wehr & Sheath (2003), Wehr *et al.* (2015); Soler *et al.* (1991 2003) y Barber & Haworth (1981).

RESULTADOS

Boergesenia forbesii

Habitáculo de la especie

La especie se encontró en la franja costera del pueblo de Cacique en la provincia de Colón en una zona somera, con aguas altamente transparentes y casi sin la influencia de la acción mecánica de las olas, lo que permite una intensa penetración de la luz solar (Fig. 2. A-C). El lugar está separado de la línea de costa por un muro de concreto que actúa como barrera artificial y donde hay una interacción entre la vegetación costera y estructuras de origen antrópico. El sustrato es de tipo arenoso, principalmente arena de coral que se acumula como consecuencia del embate de las olas a nivel de la cresta arrecifal. Entre el sustrato se intercalan parches de pastos marinos rodeados por formaciones limitadas de *Rhizophora mangle*.

Las condiciones que presenta el sitio son favorables para el establecimiento de macroalgas con entornos propicios para el establecimiento y crecimiento de especies potencialmente invasoras como es el caso de *B. forbesii*, cuya presencia se registró a escasos metros del borde del muro de concreto. El sitio de hallazgo se caracteriza por la presencia de una cubierta densa dominada por dos especies de pastos marinos, *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme*, formando praderas en la franja litoral del área. La macroalga se encontró creciendo de manera aislada y adherida al sustrato mediante su pequeño rizoide basal, en un área con una escasa cobertura de macroalgas nativas.

La ubicación del hallazgo tiene importancia ecológica pues la zona está expuesta a la influencia de los patrones de corrientes marinas que se generan por las variaciones estacionales influenciadas por los vórtices de la corriente del Caribe, corriente que afecta considerablemente la circulación en las costas de la provincia de Colón y que favorece la

dispersión de larvas y propágulos a lo largo del litoral donde se encuentra el poblado de Cacique (Kastner *et al.*, 2024).

Figura 2.

Sitio de recolección de la muestra de B. forbesii.



Descripción de la especie

Figura 2.

Hábito de B. forbesii



Boergesenia forbesii es un alga verde marina perteneciente a la familia Siphonocladaceae del orden Cladophorales. Se trata de un alga unicelular sifonada, formada por una sola célula tubular gigante sin tabiques internos. El talo consta de vesículas o sacos hinchados, generalmente ovalados o alargados, que pueden medir entre 1 y 5 cm de longitud, de aspecto translúcido y color verde brillante (Fig. 3). Estas vesículas suelen aparecer solitarias o en pequeños grupos y se conectan por filamentos delgados, fijándose al sustrato mediante un rizoides basal. Habita en zonas litorales rocosas, en aguas tranquilas y poco profundas de regiones tropicales y subtropicales de los océanos Atlántico, Índico y Pacífico, incluyendo el Caribe y costas de la América tropical. Ecológicamente, cumple un papel importante en la productividad primaria marina ya que sirve de refugio y alimento para pequeños invertebrados. Debido a su estructura hueca y frágil, es una especie sensible a la fuerza del oleaje y a las corrientes marinas.

La presencia de la especie en las costas caribeñas de Panamá constituye un hallazgo importante ya que no existe en el país un registro histórico, ni mucho menos una muestra que documente su presencia. Su aparición en las costas de Cacique sugiere una posible colonización reciente y una expansión del rango de distribución geográfica del alga, una hipótesis sostenida por algunos ficólogos (Ballantine *et al.*, 2016 y Ruiz *et al.*, 2020).

Ceratium furcoides

Habitáculo de la especie

Figura 3..

Una vista del Lago Gatún.



La especie se encontró en el lago Gatún, un embalse artificial fundamental para el funcionamiento del canal de Panamá (Fig. 4). El lugar está rodeado principalmente de bosques tropicales y es un sitio de gran importancia ecológica por su diversidad biológica. Por otro lado, la gran amplitud superficial del lago permite que existan variaciones en la profundidad, y en la distribución de la luz, condiciones que favorecen el desarrollo de entornos aptos para la proliferación del fitoplancton.

La presencia de esta especie en el sitio adquiere relevancia debido al tráfico marítimo que se genera como consecuencia de las operaciones del canal y que constituye un posible vector que permite la introducción de especies no nativas al cuerpo de agua.

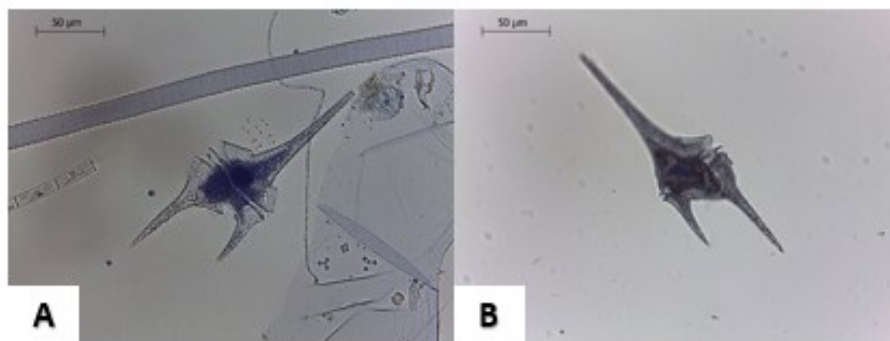
Descripción de la especie

Ceratium furcoides es un dinoflagelado grande que mide entre 123 y 322 μm de longitud y un transdiámetro de 28-42 (56) μm (Popovský & Pfiester, 1990). Tiene un cuerno epitecal grande y dos, raramente tres, cuernos en la hipoteca (Bustamante Gil *et al.*, 2012). Esta especie se diferencia de *C. hirundinella* por la configuración de las placas apicales. Mientras que en *C. hirundinella* las cuatro placas apicales están en contacto con el ápice de la célula, en *C. furcoides* solo las tres primeras placas apicales (1', 2' y 3') llegan hasta el ápice, siendo la cuarta apical (4') mucho más corta. Algunos investigadores no aceptan la

existencia de una placa cuarta apical y prefieren señalar diferencias, no siempre tan evidentes, en la forma de la base de sus epitecas, siendo acampanada en *C. hirundinella* y casi cónica en *C. furcoides* (Calado & Larsen, 1997). Por otra parte, *Tripos furca* y *Ceratium furcoides* son dinoflagelados muy similares, aunque se diferencian en aspectos clave. *T. furca* es una especie marina que habita en aguas costeras y salobres, mientras que *C. furcoides* es dulceacuícola y se encuentra en lagos y embalses estratificados. Morfológicamente, en *T. furca* los cuernos de la hipoteca son rectos y paralelos, mientras que en *C. furcoides* son más divergentes y curvados, dando una silueta más abierta y en forma de “Y”. Ambas especies comparten la misma fórmula tecal general (Po, 3', 7'', 6c, 5s, 5''', 2''''), pero la diferencia diagnóstica se encuentra en la placa apical 1', que en *T. furca* es estrecha y alargada, de forma rectangular y algo trapezoidal y se extiende bastante hacia el poro apical mientras que en *C. furcoides* es más corta y pequeña y puede aparecer como una placa triangular reducida a veces difícil de ver. En cuanto a su ecología, *T. furca* forma parte del fitoplancton marino y rara vez produce proliferaciones problemáticas, mientras que *C. furcoides* se comporta como especie invasora en aguas continentales, capaz de generar floraciones que deterioran la calidad del agua y afectan la biodiversidad.

Figura 4.

Una vista ventral de *C. furcoides*.



DISCUSIÓN

El registro simultáneo de *Boergesenia forbesii* en ambientes marinos y de *Ceratium furcoides* en ecosistemas dulceacuícolas de Panamá constituye un hallazgo de gran relevancia para comprender la dinámica de introducción y dispersión de especies invasoras acuáticas en el país. Ambos organismos poseen características biológicas y ecológicas que les confieren ventajas competitivas frente a las especies nativas. En el caso de *B. forbesii*, su morfología vesicular y capacidad de flotación le permiten colonizar eficientemente ambientes iluminados y con sustratos duros, desplazando a macroalgas autóctonas como *Chaetomorpha* y *Dictyota* (Littler & Littler, 2000; Schaffelke *et al.*, 2006). Por su parte, *C. furcoides* ha demostrado una elevada plasticidad morfológica y fisiológica que favorece su establecimiento en lagos y embalses, donde es capaz de generar floraciones que deterioran la calidad del agua y modifican las comunidades fitoplanctónicas (Carvalho *et al.*, 2015; Cavalcante *et al.*, 2016; Matsumura-Tunsi *et al.*, 2010). La relevancia de estos hallazgos radica en que ambos casos evidencian un mismo proceso: la vulnerabilidad de los ecosistemas panameños frente a especies acuáticas invasoras. Mientras que *B. forbesii* representa un riesgo potencial para comunidades marino-costeras como arrecifes y

praderas de pastos marinos, *C. furcoides* amenaza la estabilidad de los ecosistemas continentales y los servicios ecosistémicos asociados al agua dulce. Esto coincide con estudios que destacan la influencia de vectores naturales y antropogénicos —como las corrientes, las aguas de lastre y la navegación— en la dispersión de organismos marinos y de agua dulce (Ballantine *et al.*, 2016; Ruiz *et al.*, 2020; Heaney *et al.*, 2020).

CONCLUSIÓN

La presencia de *Boergesenia forbesii* en ambientes marino-costeros y de *Ceratium furcoides* en ecosistemas continentales de Panamá constituye el primer registro documentado de estas especies en el país y amplía de manera significativa su rango de distribución en la región. A pesar de pertenecer a grupos taxonómicos diferentes y ocupar hábitats distintos, ambas comparten un patrón de comportamiento caracterizado por su capacidad de dispersión, ventajas competitivas frente a especies nativas y potencial para alterar la estructura y funcionamiento de los ecosistemas que colonizan. Mientras *B. forbesii* representa una amenaza para las comunidades bentónicas costeras al desplazar macroalgas locales, *C. furcoides* puede poner en riesgo la estabilidad de los cuerpos de agua dulce al generar proliferaciones masivas que afectan la calidad del agua y la biodiversidad. Estos hallazgos evidencian la vulnerabilidad de los ecosistemas acuáticos panameños frente a la introducción de especies exóticas y resaltan la necesidad urgente de establecer programas de monitoreo y manejo integral que permitan prevenir, detectar y mitigar sus posibles impactos ecológicos y socioeconómicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almanza, V., Bicudo, C. E. M., Parra, O., & Urrutia, R. (2016). *Características morfológicas y limnológicas de las floraciones de Ceratium furcoides (Dinophyta) en un lago somero de Chile Central*. *Limnetica*, 35(1), 253–268. <https://doi.org/10.23818/limn.35.21>
- ANAM. (2009). *Informe del estado del ambiente 2008-2009*. Autoridad Nacional del Ambiente.
- Ballantine, D. L., Ohba, H., Lozada-Troche, C., & Ruiz, H. (2011). *Boergesenia parvula* sp. nov. (Siphonocladales, Chlorophyta) from the Tropical Western Atlantic. *Cryptogamie, Algologie*, 32(4), 327–336. <https://doi.org/10.7872/crya.v32.iss4.2011.327>
- Ballantine, D. L., Ruiz, H., & Aponte, N. E. (2009). *Notes on the benthic marine algae of Puerto Rico. IX. Additions to the flora including reports of three species for the first time in the Atlantic Ocean*. *Botanica Marina*, 52(3), 229–235. <https://doi.org/10.1515/BOT.2009.039>
- Ballantine, D. L., Ruiz, H., Lozada-Troche, C., & Norris, J. N. (2016). *First report of the genus Boergesenia Feldmann (Siphonocladales, Chlorophyta) in the tropical western Atlantic*. *Botanica Marina*, 59(4), 307–313. <https://doi.org/10.1515/bot-2016-0041>
- Barber, H. & Hawort, E., (1981). *Guide to the Morphology of the Diatom frustule*. Freshwater Biological association.

- Bustamante Gil, A., Rojas Molina, J. A., & Ramírez, J. J. (2012). New records of *Ceratium furcoides* in South America. *Hydrobiologia*, 679(1), 193–203.
<https://doi.org/10.1007/s10750-011-0866-3>
- Calado, A. J., & Larsen, J. (1997). *Comparative study of two freshwater dinoflagellates: Ceratium hirundinella and C. furcoides*. *Phycologia*, 36(6), 511–522.
<https://doi.org/10.2216/i0031-8884-36-6-511.1>
- Carvalho, L. R., Gomes, L. H., & Santos-Wisniewski, M. J. (2015). *Expansion of Ceratium furcoides in Brazilian reservoirs*. *Journal of Limnology*, 74(2), 282–293.
<https://doi.org/10.4081/jlimnol.2014.1055>
- Cavalcante, K. P., Cardoso, L. S., Sussella, R., & Becker, V. (2016). *Towards a comprehension of Ceratium (Dinophyceae) invasion in Brazilian freshwaters: autecology of C. furcoides in subtropical reservoirs*. *Hydrobiologia*, 771(1), 265–280.
<https://doi.org/10.1007/s10750-015-2638-x>
- D'Croz, L., & Robertson, D. R. (1997). *Coastal oceanographic processes and community ecology of Caribbean coral reefs*. In C. Birkeland (Ed.), *Life and death of coral reefs* (pp. 533–566). Chapman & Hall.
- D'Croz, L., Del Rosario, J. B., & Gondola, P. (2005). *The effect of fresh water run-off on the distribution of dissolved inorganic nutrients and plankton in the Gulf of Panama*. *Caribbean Journal of Science*, 41(3), 414–429. <http://hdl.handle.net/10088/25182>
- Guiry, M. D., & Guiry, G. M. (2024). *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <https://www.algaebase.org>
- Heaney, S. I., Wilson, D., Reynolds, C. S., & Clarke, R. (2020). *The ecological implications of ballast water dispersal*. *Aquatic Invasions*, 15(4), 761–778.
<https://doi.org/10.3391/ai.2020.15.4.12>
- Heckadon-Moreno, S. (2001). *Panama Canal Watershed Monitoring Project*. Smithsonian Tropical Research Institute. <https://stri.si.edu>
- Kastner, S. E., Pawlak, G., Giddings, S. N., Adelson, A. E., Collin, R., & Davis, K. A. (2024). *The influence of Caribbean Current eddies on coastal circulation in the southwest Caribbean Sea*. *Journal of Physical Oceanography*, 54(10), 2119–2132.
<https://doi.org/10.1175/JPO-D-24-0049.1>
- Littler, D. S., & Littler, M. M. (2000). *Caribbean reef plants: An identification guide to the reef plants of the Caribbean, Bahamas, Florida, and Gulf of Mexico*. Offshore Graphics.
- López-Calderón, J. M., Guzmán, H. M., Jácome, G. E. y Barnes, P. A. G. (2013). *Decadal increase in seagrass biomass and temperature at the CARICOMP site in Bocas del Toro, Panama*. *Caribbean Journal of Science*, 49(3), 414–429.
- Matsumura-Tundisi, T., Tundisi, J. G., Luzia, A. P., & Degani, R. M. (2010). *Occurrence of Ceratium furcoides (Levander) Langhans 1925 bloom at the Billings Reservoir, São Paulo State, Brazil*. *Brazilian Journal of Biology*, 70(4), 1001–1010.
<https://doi.org/10.1590/S1519-69842010000400013>

- McCullough, F. S., Gayral, P., Duncan, J., & Christie, J. D. (1980). Molluscicide screening and evaluation. *Bulletin of the World Health Organization*, 58(4), 681–689.
<https://apps.who.int/iris/handle/10665/261091>
- Mendoza-Carbajal, L., Contreras, D., Baylón, M., Dominguez, A., Valdivia, E., Samanez, Z., Johnson, F., & Salazar-Torres, A. (2022). *Especies invasoras de Ceratium Schrank, 1973 (Dinophyceae: Ceratiaceae) en cuerpos de agua continentales de Perú*. *Revista Peruana de Biología*, 29(4), e23765. Epub 25 de noviembre de 2022.<https://doi.org/10.15381/rpb.v29i4.23765>
- Morales, E. (2016). *Floración de Ceratium furcoides en la represa de La Angostura, Cochabamba, Bolivia*. *Acta Nova*, 7(4), 389–398.
http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1683-07892016000200003
- Popovský, J., & Pfister, L. A. (1990). *Dinophyceae (Dinoflagellida)* (Vol. 6, *Süßwasserflora von Mitteleuropa*). Gustav Fischer Verlag.
- Privitera-Signoretta, I. E., Estrada, V. G., & Ferrer, N. C. (2019). *Establecimiento de la especie invasora Ceratium furcoides (Dinophyceae) en el embalse Paso de las Piedras (Buenos Aires, Argentina)*. En Asociación Argentina de Ficología (Ed.), *Libro de resúmenes: XII Simposio Argentino de Ficología*. Asociación Argentina de Ficología.
- Ruiz, H., Ballantine, D. L., & Lozada-Troche, C. (2020). *Recent introductions of non-native marine macroalgae to Puerto Rican waters*. *Botanica Marina*, 63(1), 1–10.
<https://doi.org/10.1515/bot-2020-0001>
- Schaffelke, B., Smith, J. E., & Hewitt, C. L. (2006). *Introduced macroalgae: A growing concern*. *Journal of Applied Phycology*, 18(3–5), 529–541.
<https://doi.org/10.1007/s10811-006-9074-2>
- Soler, A., Sánchez, M. & Aguilar, E., (2003). *Diatomeas de las costas del Pacífico de Panamá. Estudio florístico*. Universidad de Panamá, Vicerrectoría de Investigación y Postgrado.
- Soler, A., Sánchez, M., & Herrera, E., (1991) *Diatomeas dulceacuícolas en estanques de cultivo piscícolas*. *Scientia*, 6, 55-105.
- Wehr, J. D. & Sheath R. G. (eds). (2003). *Freshwater algae of North América: Ecology and classification*. Academic Press.
- Wehr, J. D., Sheath R. G & Kociolek, J. P. (2015). *Freshwater algae of North América: Ecology and classification (2nd ed)*. Academic Press.
- Wysor, B. (2000). *Marine macroalgal diversity in the Republic of Panama*. *Nova Hedwigia*, 70(1-2), 213–228. <https://doi.org/10.1127/0029-5035/2000/0070-0213>
- Wysor, B., & De Clerck, O. (2003). *An updated and annotated list of marine brown algae (Phaeophyceae) of the Caribbean coast of the Republic of Panama*. *Botanica Marina*, 46(2), 151–160. <https://doi.org/10.1515/BOT.2003.016>