

PRIMER REGISTRO DE *Nitzschia martiana* (AGARDH) VAN HEURCK (BACILLARIOPHYCEAE) VIVIENDO EN TUBOS EN LA COSTA CARIBE COLOMBIANA*

Por

Luis Alfonso Vidal¹, Carolina Noguera Segura², Olga Camacho Hadad³ & Daniel Bohórquez[†]

Resumen

Vidal L. A., C. Noguera Segura, O. Camacho Hadad & D. Bohórquez: Primer registro de *Nitzschia martiana* (Agardh) Van Heurck (Bacillariophyceae) viviendo en tubos en la costa Caribe colombiana. Rev. Acad. Colomb. Cienc. **33**(128): 331-337, 2009. ISSN 0370-3908.

Nitzschia martiana (Agardh) Van Heurck (Bacillariophyceae) se registra por primera vez viviendo en tubos sobre el sustrato rocoso para la región de Santa Marta en la costa Caribe colombiana. La colecta del material se realizó en la zona intermareal y franja del infralitoral. Se hicieron observaciones en laboratorio con un microscopio fotónico. Su presencia local y su distribución mundial muestran que la especie ha presentado una amplia distribución latitudinal entre los 52° N y los 32° S, posiblemente ha sufrido desplazamiento de algunas regiones como el sur de Inglaterra y el Mediterráneo. La especie prefiere aguas cálidas, es generalmente bentónica, formadora de tubos y colonial, se ubica principalmente en la zona intermareal, es más frecuente sobre un sustrato firme y duradero como la roca pero, también, se puede considerar de vida libre o ticolanctónica.

Palabras clave: diatomea marina, tubos mucilaginosos, *Nitzschia martiana*, Colombia, distribución mundial.

Summary

Nitzschia martiana (Agardh) Van Heurck (Bacillariophyceae) is registered for the first time living in tubes on the rocky substratum for the region of Santa Marta in the Colombian Caribbean Coast. The collection of the material was conducted in the intertidal and infralittoral fringe zones.

* Programa de Biología Marina de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, Sede Santa Marta. Cra. 2 No. 11-68. Santa Marta, Colombia

1 Calle 8 No. 16-48 Bonda, Santa Marta, Colombia. Correos electrónicos: lavidalve@yahoo.com o rafaelvi01@gmail.com.

2 Carrera 18 No. 51-40, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: carolinanogueras@yahoo.com.

3 Correo electrónico: olgacamacho76@yahoo.com.

Laboratory observations were made with a light microscope. Their local presence and global distribution show that the species has displayed a wide latitudinal distribution between 52° N and 32° S, but it has possible undergone displacement of some regions as southern England and The Mediterranean Sea. The species prefers warm waters, is generally benthic, forming tubes and colonials, and is located mainly in the intertidal zone. It is more prevalent on a strong and durable substratum as the rock but, also, can be considered free or picoplanktonic life.

Key words: Marine diatom, Mucilaginous tubes, *Nitzschia martiana*, Colombia, Global distribution.

Introducción

Especies de diatomeas pennadas con rafe, pertenecientes a los géneros *Navicula*, *Berkeleya*, *Nitzschia*, *Parlibellus*, *Haslea*, *Amphora*, *Cymbella*, *Gyrosigma*, *Cylindrotheca* y *Frustulia*, de ambientes marino, estuarino o de agua dulce, tienen la propiedad de vivir dentro de tubos de textura mucilaginosa (Van Heurck, 1896; Cox, 1981; Lobban, 1983; Lobban, 1984, Carr y Hergenrader, 1987; Cox, 1988). Estos tubos son construidos, en su mayoría, por ellas mismas, en el ambiente marino, en la zona intermareal e infralitoral, adheridos al sustrato ya sea roca, arena, algas macroscópicas, raíces de mangle, pastos marinos, coral vivo o muerto, conchas de bivalvos, tubos de gusanos calcáreos o placas artificiales (Crosby y Wood, 1959; Hendey, 1970; Giffen, 1971; Cox, 1977, Cox, 1981; Navarro, 1982; Chastein y Stewart, 1985; Lobban, 1985; Lobban y Mann, 1987; Navarro, 1987; Navarro *et al.*, 1989; Soler *et al.* 2003). Los tubos pueden ser unirámeos o ramificados, manifiestan colores pardo-amarillento, marrón o castaño oscuro y sus colonias, a simple vista, tienden a confundir al observador con verdaderas macroalgas (Cox, 1981; Lobban, 1983; Navarro, 1987; este estudio). En *Nitzschia*, se conocen las siguientes especies que viven dentro de tubos: *N. martiana*, *N. angularis*, *N. frustulum*, *N. lanceolata*, *N. filiformis*, *N. tubicola*, *N. fontifuga*, *N. longissima*, *N. dissipata*, *N. pseudofonticola* y *N. peridistincta*. Las cinco primeras fabrican sus propios tubos (Lobban, 1983; Lobban y Mann, 1987), las restantes, viven como huéspedes dentro de los tubos de otras especies (Lobban, 1983; Lobban, 1985; Carr y Hergenrader, 1987). *Nitzschia filiformis* se ha encontrado también como huésped (Carr y Hergenrader, 1987). El objeto de este trabajo es dar a conocer la existencia de *N. martiana* en la región.

Materiales y métodos

El material, conteniendo *Nitzschia martiana*, fue colectado en septiembre del 2006 y 2007 y en agosto del 2008 durante colectas de macroalgas en las zonas rocosas del

intermareal y la franja del infralitoral en la playa del aeropuerto (11°06'59' N y 74° 14'01' W) de la ciudad de Santa Marta, costa Caribe-colombiana. El clima de esta zona está caracterizado por dos épocas climáticas predominantes: una época seca, de diciembre a abril y una época de lluvias, de mayo a noviembre (Salzwedell y Müller, 1983). En el aeropuerto, durante la época seca, la temperatura promedio del agua superficial es 27.5°C y la salinidad 37.4‰ y, durante la época de lluvias, la temperatura promedio es 30.1°C y la salinidad 32.3‰ (Jaimes *et al.*, 2005). El material fue colectado de forma manual utilizando una espátula y se transportó al laboratorio en bolsas plásticas con suficiente volumen de agua de mar para evitar su desecación. En el laboratorio, se procedió a lavar el material, se depositó en una bandeja para una descripción macroscópica y se midió, luego se fijó con alcohol al 70% y se procedió finalmente a su observación microscópica a través de un microscopio Nikon Eclipse E200. Las fotografías fueron tomadas con una cámara digital Nikon Coolpix 3200.

Resultados

Tubos mucilaginosos, fabricados por células de *Nitzschia martiana*, se encontraron formando penachos no ramificados (fig. 1a y 1b) de color marrón-dorado, en gran número, sobre sustrato rocoso, en la zona intermareal y la franja del infralitoral (hasta 3m de profundidad), semejando una población del alga parda *Ectocarpus*. Los penachos alcanzaron una altura de 2 a 10 (15) cm (fig. 1a). Al microscopio, se vió que las células se ubicaron a lo largo de los tubos, formando haces o paquetes de 10 a 50 células dispuestas en paralelo, dejando un espacio más o menos equidistante entre los haces (fig. 1c y 1d). Los tubos tenían un diámetro entre 88 y 180 µm, presentando sus paredes invaginaciones o rugosidades (fig. 1c y 1e) con una distancia de aproximadamente 10 µm entre ellas (fig. 1f). Las células presentaron valvas lineales con ápices redondeados a cuneiformes, quillas opuestas y ligeramente dispuestas diagonalmente y cloroplastos cocoides distribuidos uniformemente a lo largo de la célula (fig. 1d y 1f). Largo de la célula: 255-330 µm; ancho valvar: 5 µm; ancho

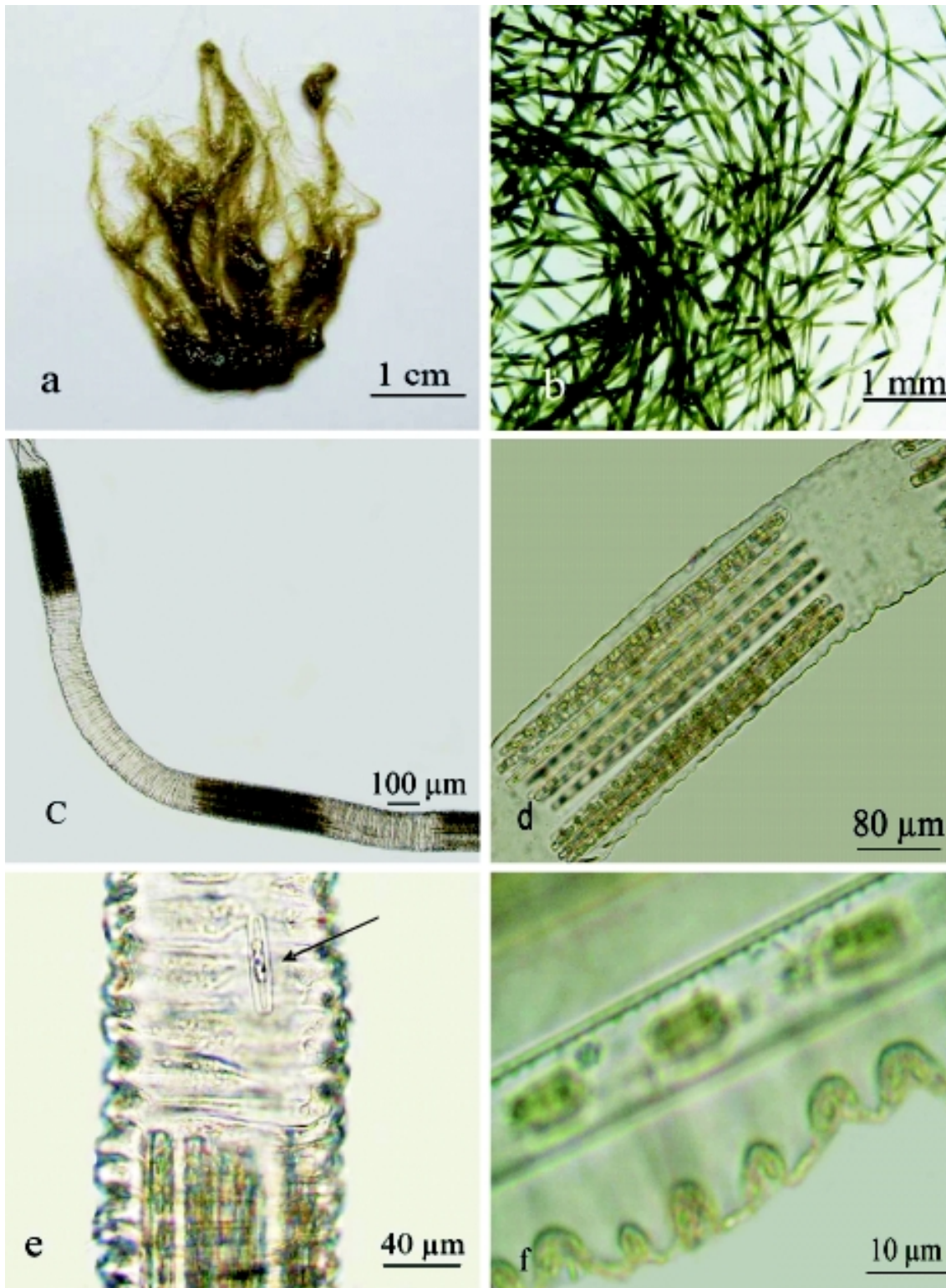


Figura 1. *Nitzschia martiana*. a) Penacho macroscópico. b) Tubos mucilaginosos no ramificados con células de *N. martiana*. c) Tubo con invaginaciones conteniendo haces o paquetes de células. d) Haz formado por varias células. e) Diatomea huésped (flecha) dentro de un tubo. f) Invaginaciones al exterior del tubo y parte de una célula con cloroplastos cocoides.

pervalvar: 8-10 μm ; fibulas: 5/10 μm ; la estriación fue inconspicua. Se encontró una diatomea pennada, pequeña (ca. 40 μm); localizada dentro de un tubo de *N. martiana* (fig. 1e). Dos registros (Tabla 1) ubican a ésta libre dentro de la columna de agua: Bahía Gaira, costa Caribe colombiana, 225 μm LT valvar, 5 μm A valvar, 4-6 fibulas / 10 μm (datos sin publicar) y Ciénaga Grande de Santa Marta, costa caribe colombiana, 255 μm LT valvar, 4,8 μm A valvar, 7,5 μm A pervalvar, ca. 5 fibulas / 10 μm . (datos sin publicar).

Nitzschia martiana (Tabla 1) se conoce desde hace aproximadamente 180 años (Agardh, 1827, 1830; Lobban y Mann, 1987) y se ha encontrado entre los paralelos 52° N (Smith, 1856; Lobban y Mann, 1987) y 34° S (Giffen, 1971). La especie (Tabla 1), ha sido hallada en el Mar Caribe en Puerto Rico y Jamaica, en el Atlántico oeste en La Florida, en la costa pacífica este en Panamá y Costa Rica, en el Atlántico noreste al sur de Inglaterra, en el Mediterráneo en el Adriático y Mar de Liguria, en el extremo sur del cono africano, en el Índico en el Golfo Pérsico y en el Pacífico suroeste sobre la costa australiana (Peragallo y Peragallo, 1897-1908; Crosby y Wood, 1959; Hendey, 1970; Giffen, 1971; Navarro, 1982; Lobban y Mann, 1987; Basson y Mohamed, 1989; Navarro et al., 1989; Soler et al., 2003). La mayoría de los registros muestran que la especie vive dentro de tubos fijos al sustrato, solo un registro (Tabla 1) la ubica dentro de la columna de agua: Crosby y Wood (1959). Casi todos los lugares de hallazgo de *N. martiana*, viviendo en tubos, están ubicados en los tres primeros metros del intermareal (Giffen 1971; Lobban y Mann, 1987; Soler et al., 2003). En Kuwait, placas como sustrato para estudio de incrustaciones fueron colocadas dos metros por debajo del nivel mínimo de marea (Hendey, 1970) y el único sitio donde se halló a mayor profundidad, 20-25 m, fue en Isla Caja de Muertos, en Puerto Rico (Navarro et al., 1989).

Discusión

Casi todos los registros de *Nitzschia martiana* son sobre el sustrato (Crosby y Wood, 1959; Hendey, 1970; Giffen, 1971; Navarro, 1982; Lobban y Mann, 1987; Navarro et al., 1989; Basson y Mohamed, 1989; Soler et al., 2003; este estudio), solo tres hacen referencia a su presencia dentro de la columna de agua: Crosby y Wood (1959), en Port Jackson, Australia; Bahía Gaira, en la costa caribe colombiana (datos sin publicar) y Ciénaga Grande de Santa Marta, en la costa caribe colombiana (datos sin publicar). Al respecto, la formación y fijación de tubos sobre placas artificiales (Crosby y Wood, 1959; Hendey, 1970), demuestran que la formación y fijación de tubos es normal y no el resultado de una condición extrema. *Parlibellus hamulifer* (Grun.) Cox, 1988, cre-

ciendo bajo condiciones de laboratorio, regeneró sus tubos (Navarro, 1987, como *Navicula hamulifera* Grunow). Así, *N. martiana* se debe considerar preferentemente de hábito bentónico pero, por otro lado, se podría considerar que, durante un tiempo, el estado libre forme parte activa del ciclo de vida en la dispersión de la especie. La especie ha sido hallada sobre una gran variedad de tipos de sustrato (Tabla 1): roca, raíces de mangle, placas artificiales, algas pardas *Padina* y *Dictyota*, alga roja *Hypnea*, coral vivo, coral muerto y arena. De manera particular, parece ser que la especie tiene alguna preferencia por la roca que le proporcionaría un sustrato firme y duradero. La preferencia por la roca se ha notado en otras especies que viven dentro de tubos (Cox, 1977; Cox, 1981; Chastain y Stewart, 1985; Navarro, 1987). *Berkeleya* sp., en un área cercana a la de este estudio, siempre ha sido hallada sobre roca (datos sin publicar) y *Parlibellus* sp. ha sido encontrada epífita de macroalgas en la zona objeto de este estudio (datos sin publicar). Con todo, algunos autores afirman que la vivencia de otras especies sobre macrófitas expuestas tiene qué ver más con la limitación de la luz que con un sustrato firme (Carr y Hergenrader, 1987).

Se desconoce la función de la adaptación de *Nitzschia martiana* a vivir en colonias dentro de tubos que ella misma fabrica y que se fijan al sustrato principalmente en la zona intermareal. Posiblemente esta adaptación disminuye las probabilidades de ser pastoreada por otros organismos, durante el tiempo de bajamar en que queda temporalmente expuesta, aumentando así su sobrevivencia en un cierto porcentaje diario, dependiendo de los ritmos de marea local. La seguridad no es total, también hay otros organismos que habitan en esta misma zona y que podrían pastorear sobre *N. martiana*, igual que lo hacen chitones sobre *Berkeleya hyalina* que también vive dentro de tubos (Chastain y Stewart, 1985). De otra parte, las invaginaciones que presenta el tubo lo harían más dúctil, propiedad que, posiblemente, las colonias utilizan para soportar la acción de las olas y de las corrientes. Con relación al hallazgo de la diatomea diferente dentro del tubo de *N. martiana* en este trabajo, sería el primer registro de este tipo para la especie.

La mayoría de los sitios donde se ha ubicado *Nitzschia martiana* (Tabla 1), están influenciados por corrientes de aguas cálidas. La Corriente Caribe y la Corriente Ecuatorial del Norte bañan el Caribe; esta última, trasformada en la Corriente de la Florida, barre las costas de la Florida; Panamá y Costa Rica están bañadas por las aguas tropicales del Pacífico; el cono surafricano por la corriente cálida de las Agujas (Giffen, 1971); las aguas en Bahrain (Golfo Pérsico), oscilaron entre 17,5 y 36,6°C (Basson y Mohamed,

Tabla 1. Distribución geográfica de *Nitzschia martiana* donde se muestra lugar de hallazgo, fecha, tipo de ambiente y tipo de sustrato. Información ordenada según distancia relativa con relación a este estudio.

Autor	Lugar	Fecha	Ubicación	En columna	Sobre sustrato	Tipo sustrato
Este estudio	Santa Marta Caribe col.	sept 2006 sept 2007 27 ago 2008	11°07'N 74°14'W		X	roca, hasta 3m profundidad
Datos sin publicar	Bahía Gaira Caribe col.	1 abr 1995	11°12'N 74°14'W	X		
Datos sin publicar	C.G.S.M. Caribe col.	5 may 1995	10°52'N 74°23'W	X		
Navarro <i>et al.</i> , 1989	I. Caja de Muertos Puerto Rico	1985-1986	7°54'N 66°33'W		X	<i>Padina</i> & <i>Dictyota</i> , roca y coral (20-25m)
Lobban & Mann, 1987	Jamaica costa norte	dic 1985	18°30'N 77°24'W		X	arena, entre pastos marinos (2m)
Navarro, 1982	Florida Costa este	jun-sep 1980 oct-jun 1981	27°30'N 80°18'W		X	raíces de mangle
Soler <i>et al.</i> , 2003	Panamá Pacífico	1990 1993-1994	ca.08°39'N ca.79°42'W		X	roca, pozas, raíces de mangle
En: Lobban & Mann, 1987	Costa Rica Pacífico	15 jun 1957 20 jul 1962	10°00'N ca.85°00'W		X	coral muerto (1-3m), zona con oleaje fuerte
En: Lobban & Mann, 1987	Inglaterra al suroeste	1856	ca.51°20'N ca.04°00'W	?	?	
En: Lobban & Mann, 1987	Canal Inglés	1856	ca.50°00'N ca.0° a 4°W	?	?	
En: Lobban & Mann, 1987	Nayland South Wales	1856	ca.52°00'N ca.01°30'E	?	?	
En: Lobban & Mann, 1987	Normandía Francia	1856	ca.49°30'N ca.01°00'W	?	?	
En: Lobban & Mann, 1987	Venecia Mediterráneo	1827-1830	45°27'N 12°21'E	?	?	
En: Lobban & Mann, 1987	Mar Adriático Mediterráneo	1862	ca.41° a 45°N ca. 13° a 18°E	?	?	
Peragallo & Peragallo, 1897-1908	Niza Mediterráneo	?	43°42'N 07°15'E	?	?	
Giffen, 1971	False Bay, Cape Province, Sur África	1945	ca.34°15'S ca. 18°30'E		X	<i>Dictyota</i> , en piscinas de marea
Hendey, 1970 G. Pérsico	Kuwait	feb-may 1951	29°30'N 48°00'E		X	placas de bakelita (2m)
Basson & Mohamed, 1989	Bahrain G. Pérsico	-	26°00'N 50°30'E		X	sedimento, aguas turbias
Crosby & Wood, 1959	Port Jakson Australia	-	ca.33°50'S ca.151°14'E	X	X	placas artificiales

Nota: Algunas fechas solo indican el año de muestreo.

C.G.S.M.: Ciénaga grande de Santa Marta.

ca.: ubicación aproximada según los autores de este artículo.

?: información incompleta según los autores de este artículo.

-: ausencia de información por parte del autor del artículo original.

1989) y la costa oriental australiana está bañada por la Corriente Este Australiana. Así que, esta especie, a pesar de su amplia distribución latitudinal, se desarrolla bajo la influencia de aguas cálidas. Por las profundidades a que se ha hallado, 1-3 m, pozas y piscinas de marea en el intermareal (**Giffen**, 1971; **Lobban y Mann**, 1987; **Soler et al.**, 2003), se deduce que la especie habita principalmente en la zona intermareal, con alguna proyección a la zona del infralitoral (**Navarro et al.**, 1989; este estudio).

Con relación a los primeros registros de *Nitzschia martiana* (Tabla 1), llama la atención que, a partir de mediados del siglo XIX para el sur de Inglaterra (**Smith**, 1856; **Lobban y Mann**, 1987) y finales del mismo siglo para el Mediterráneo (**Peragallo y Peragallo**, 1897-1908), la especie no se volvió a encontrar, a pesar de estudios posteriores llevados a cabo en estas regiones (**Pavillard**, 1925; **Lebour**, 1930; **Trégouboff y Rosé**, 1957; **Léger**, 1963 a, b; **Hendey**, 1964, 1974; **Rampi y Bernhard**, 1978; **Sims**, 1996). La mayoría de estos trabajos tratan del fitoplancton pelágico y se podría alegar que, como la especie se halla sobre diferentes tipos de sustrato, no debe aparecer registrada. De todas formas, sus registros dentro de la columna de agua, según este estudio, demuestran lo contrario. La especie tampoco es registrada en algunos trabajos llevados a cabo al sur de Inglaterra sobre diatomeas viviendo en tubos (**Cox**, 1977; **Cox**, 1981); dicha observación ya había sido mencionada para el sur de Inglaterra (**Lobban y Mann**, 1987). Es como si la especie hubiese sido desplazada de ambas regiones. No se conoce la razón de este desplazamiento, quizás, polución ambiental industrial o urbana tengan qué ver con dicho comportamiento. Al respecto, **Cox** (1977), hace notar que la invasión de las piscinas de marea por cieno, excluye especies de diatomeas que viven dentro de tubos o, al menos, disminuye sus poblaciones.

La revisión hecha en este trabajo deja ver que se desconocen aspectos importantes en el ciclo de vida de *Nitzschia martiana*: fabricación de tubos, selección de tipo de sustrato, reproducción y papel del estado de vida libre dentro de la columna de agua. Al menos una cosa es clara, todos estos aspectos deben estar relacionados. La razón de su desplazamiento de regiones tan extensas como los mares al sur de Inglaterra y el Mediterráneo merece especial atención.

Agradecimientos

Los autores del artículo expresan sus agradecimientos al Programa de Biología Marina de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, seccional Santa Marta, que facilitó su laboratorio y equipos para la revisión del material, a Andrés

Vidal y Guerly Ávila que nos colaboraron en la búsqueda de bibliografía, a Amparo Ospina por su colaboración en la descripción de la especie, así como a David Montoya, Juan Sebastián Osorio y Edwin Farfán por la toma de fotografías. Finalmente, esta publicación está dedicada a la memoria de Daniel Bohórquez[†], estudiante de Biología Marina (Universidad Jorge Tadeo Lozano, Colombia), fallecido en febrero del 2007, que hizo parte de este equipo en las salidas de campo y en la revisión del material en el laboratorio.

Referencias

- Basson, WP, Mohamed, AS.** 1989. The tube-dwelling diatom *Nitzschia martiana* (C. A. Agardh) Van Heurck as recorder from Bahrain (Arabian Gulf). *Bot. Mar.* **32**: 253-257.
- Carr, JM, Hergenrader, GL.** 1987. Occurrence of three *Nitzschia* (Bacillariophyceae) taxa within colonies of tube-forming diatoms. *J. Phycol.* **23**: 62-70.
- Chastein, RA, Stewart, JG.** 1985. Studies on *Berkeleleya hyalina* (Round y Brooks) Cox, a marine tube-forming diatom. *Phycol.* **24**: 83-92.
- Cox, EJ.** 1977. The tube-dwelling diatom flora at two sites in the Severn Estuary. *Bot. Mar.* **20**: 111-119.
- . 1981. Mucilage tube morphology of three tube dwelling diatoms and its diagnostic value. *J. Phycol.* **17**: 72-80.
- . 1988. Taxonomic studies on the diatom genus *Navicula* V. The establishment of *Parlibellus* gen. nov. for some members of *Navicula* Sect. Microstigmatae. *Diatom Research*, vol. **3** (1): 9-38.
- Crosby, LH & Wood, E.J.F.** 1959. Studies on Australian and New Zealand Diatoms. 2- Normally epontic and benthic genera. *Trans. Roy. Soc. N. Z.* **86**: 1-58.
- Giffen, MH.** 1971. Marine littoral diatoms from the Gordon's Bay, region of False Bay, Cape Province, South Africa. *Bot. Mar.* **14**: 1-16.
- Hendey, NI.** 1964. Bacillariophyceae (Diatoms). In: An introductory account of the smaller algae of British coastal waters. *Fishery Invest*, Ser. IV, London, 317 pp.
- . 1970. Some littoral diatoms of Kuwait. (Friedrich-Hustedt Gedenkband), herausgegeben von J. Gerloff & B. J. Cholnoky. *Nova Hedwigia*, pp. 107-167.
- . 1974. Some benthic diatoms from the coast of Cornwall in the neighbourhood of Portleven. In: Simonsen R. (Ed.). 1973. Second symposium on recent and fossil marine diatoms. *Beiheft 45 zur Nova Hedwigia*, pp. 291-327.
- Jaimes J, Pinzón Y. & Trujillo, C.** 2005. Explorando alternativas de pesca responsable con la langosta espinosa en Santa Marta. Fundación SILA KANGAMA: Santa Marta, Colombia. 80pp.
- Lebour, MV.** 1930. The planktonic diatoms of Northern Seas. *Roy Society Publ.*, **116**: 1-244.
- Léger, G.** 1973a. Diatomées et dinoflagellés de la mer Ligure. Systematique et distribution en juillet 1963. *Bull. Inst. Océanogr. Monaco*, **71** (1425): 36 pp.

- _____. 1973b. Diatomées et dinoflagellés de la côte est de Corse. Systématique et distribution en Juillet 1964. Bull. Inst. Océanogr. Monaco, **71** (1426): 31 pp.
- Lobban, CS.** 1983. Colony and frustule morphology of three tube-dwelling diatoms from eastern Canada. J. Phycol. **19**: 281-289.
- _____. 1984. Marine tube-dwelling diatoms of eastern Canada: descriptions, checklist, and illustrated key. Can. J. Bot. **62**: 778-794.
- _____. 1985. Marine tube-dwelling diatoms of the Pacific coast of North America. I. *Berkeleya*, *Haslea*, *Nitzschia*, and *Navicula* sect. *Microstigmatica*. Can. J. Bot. **63**: 1779-1784.
- _____ & **Mann, DG.** 1987. The systematics of the tube-dwelling diatom *Nitzschia martiana* and *Nitzschia* section *Spathulatae*. Can. J. Bot. **65**: 2396-2402.
- Navarro, JN.** 1982. Marine diatoms associated with mangrove prop roots in the Indian River, Florida, U.S.A. Bibliotheca Phycologica, J. Cramer **61**: 151 pp.
- _____. 1987. Observations of a tube-dwelling diatom: *Navicula hamulifera* (Bacillariophyceae). J. Phycol. **23**: 164-170.
- _____, **Pérez, C., Arce, N. & Arroyo, B.** 1989. Benthic marine diatoms of Caja de Muertos Island, Puerto Rico. Nova Hedwigia, **49**: 333-367.
- Pavillard, J.** 1925. Bacillariales. Report of the Danish Oceanographical Expeditions 1908-1910 to the Mediterranean and adjacent Seas. Biology, Vol. II. 72 pp.
- Peragallo, H. & Peragallo, M.** 1897-1908. Diatomées marines de France et des districts maritimes voisins. Grez-sur-Loing, 491 pp.
- Rampi, L., Bernhard, M.** 1978. Chiave per la determinazione delle diatomee pelagiche Mediterranee. Comitato Nazionale Energia Nucleare, RT/B **10** (78): 1, 71.
- Salzwedel, H. & Müller, K.** 1983. A summary of meteorological and hydrological data from the Bay of Santa Marta, Colombian Caribbean. An. Inst. Invest. Mar.-Punta de Betún, **13**: 67-83.
- Sims, PA.** 1996. An Atlas of British Diatoms. Arranged by B. Hartley, based on illustrations by H. G. Barber and J. R. Carter. Bristol: Biopress Ltd., 601 pp.
- Soler, A., Pérez MI & Aguilar, E.** 2003. Diatomeas de las costas del Pacífico en Panamá. Estudio Florístico. Univ. de Panamá. 384 pp.
- Trégouboff, G., Rose, M.** 1957. Manuel de Planctologie Méditerranéenne. C.N.R.S. Paris: 587 pp.
- Van Heurck, H.** 1896. A treatise on the Diatomaceae. Transl. W. E. Baxter, London. 558 pp.

Recibido: junio 11 de 2009.

Aceptado para su publicación: septiembre 24 de 2009.