

Cuadernos
del Caribe N° 13

Cuadernos *del Caribe N° 13*

**Reserva de
Biosfera Seaflower.:
Problemas Ambientales**



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

SEDE CARIBE

Rector General

Moisés Wasserman Lerner

Vicerrectora General

Clara Beatriz Sánchez Herrera

Vicerrector de Investigación

Rafael Molina Gallego

Secretario General

Jorge Ernesto Durán Pinzón

SEDE CARIBE

Director

José Ernesto Mancera Pineda

Secretaría de Sede

Alexandra Yates Munar

Profesores

Adriana Santos Martínez
Francisco Avella Esquivel
Germán Márquez Calle
José Ernesto Mancera Pineda
Petter David Lowy Cerón
Raquel Sanmiguel Ardila
Yusmidia Solano Suárez
Brigitte Gavio
Johannie James Cruz
Silvia Mantilla
Raul Roman
AArturo Acero
Nestor H. Campos
Sven Zea

Consejo de Sede

Clara Beatriz Sánchez Herrera
José Ernesto Mancera Pineda
María Elena Márquez
Yusmidia Solano Suárez
Alexandra Yates Munar
Eder Ortiz Roca

Compiladores

José Ernesto Mancera Pineda
Omar Sierra
Sandra Pèrez

Impresión, diseño y diagramación:

Cargraphics- Carvajal.
Av El Dorado #90-10
Santa Fé de Bogotá- Colombia
Universidad Nacional de Colombia, Sede Caribe
San Andrés isla Colombia
Instituto de Estudios Caribeños
San Luis Free Town - San Andrés - Colombia,
2009

Cuadernos del Caribe No. 13

Reserva de Biosfera Seaflower.
Problema Ambiental.
San Andres: Universidad Nacional de Colombia, 2009
V. 13, il.
Irregular
ISBN N° 1794-7065
Impreso en Colombia



7

Proceso y avance hacia la Sostenibilidad Ambiental: La Reserva de la Biosfera Seaflower, en el Caribe Colombiano

24

Diagnóstico Ambiental de los Recursos Agua y Suelo en los Sistemas Agrícolas de San Andrés Isla, como miras a la aplicación de conceptos Agroecológicos

46

Floraciones Algales nocivas, intoxicación por microalgas e impactos en el desarrollo regional: El caso de San Andrés Isla, Caribe Colombiano

63

Huella Ecológica en el Archipiélago de San Andrés Providencia y Santa Catalina, reserva de Biosfera Seaflower

79

Diagnóstico y criterios para un plan de manejo de la colección viva del Jardín Botánico de San Andrés

95

Reintroducción y propagación de especies maderables estudio de caso "CAOBA" *Swietenia Macrophylla King.* y "CEDRO" *Cedrela Odorata L.* en la Isla de San Andrés

FLORACIONES ALGALES NOCIVAS, INTOXICACION POR MICROALGAS E IMPACTOS EN EL DESARROLLO REGIONAL: EL CASO DE SAN ANDRES ISLA, CARIBE COLOMBIANO

José Ernesto Mancera Pineda¹,
Brigitte Gavio¹ y Gustavo Arencibia
Carballo²

1. ¿QUÉ SON LOS FLORECIMIENTOS ALGALES NOCIVOS?

Los florecimientos algales nocivos (FAN) son cambios de color del agua producidos por la concentración de microalgas en determinado tiempo y espacio, en los que una especie domina en más de un 50%, en relación a todo el fitoplancton.

Los FAN resultan del excesivo crecimiento de microalgas con efectos deletéreos en salud humana, medio ambiente, turismo, pesca y acuicultura (Burkholder, 1998; HARRNESS, 2005). Si bien corresponden a fenómenos naturales conocidos por siglos (Freer & Vargas, 2003; Hallegraeff et. al., 2003), tanto en mares tropicales como fríos, en las pasadas dos décadas estos eventos parecen haberse incrementado en frecuencia, intensidad y distribución geográfica (Hallegraeff et. al., 2003), particularmente debido a procesos de eutrofización, cambios en la hidrodinámica de los cuerpos de agua y descargas de aguas de lastre (UNEP/FAO, 1996; Hallegraeff, 1998; Sellner & Doucette, 2003; Masó & Garcés, 2006; Parson & Preskitt, 2007; Smayda, 2007; Heisler et. al., 2008).

2. EFECTOS DE LOS FAN EN LA SALUD HUMANA

Los FAN y en general las intoxicaciones por microalgas pueden generar diferentes efectos o síndromes sobre la salud humana. De cada síndrome se han identificado las principales especies de microalgas generadoras de toxinas, así como sus principales vectores (Tabla 1).

¹ Universidad Nacional de Colombia, sede Caribe y Facultad de Ciencias, sede Bogotá.

² Centro de Investigaciones Pesqueras, La Habana – Cuba. Dirección de correspondencia: jemancerap@unal.edu.co

Tabla 1. Síndromes relacionados con intoxicación por microalgas

Síndrome	Principales Especies	Toxinas	Síntomas	Vectores
Intoxicación por Veneno Amnésico (ASP)	<i>Pseudo-nitzschia</i> spp. (Diatomeas)	Acido Domoico y sus derivados	Pérdida de memoria que puede durar más de un año. Vomito, calambres abdominales, diarrea y nauseas. Aparecen en las 24 horas siguientes a la ingestión de las toxinas.	Moluscos Cangrejos
Ciguatera	<i>Gambierdiscus toxicu.</i> <i>Prorocentrum</i> spp. <i>Ostreopsis lenticulares.</i> <i>Coolia monotis</i>	Ciguatoxinas Maitotoxinas	Vómito, calambres abdominales, diarrea y nauseas. Aparecen entre 3 y 24 horas siguientes a la ingestión de las toxinas. Los síntomas neurológicos pueden continuar durante meses o años. Síntomas subsecuentes (12–18 horas después de la ingestión) Dolores de cabeza, prurito severo, inversión térmica: Objetos fríos se perciben calientes y viceversa. Parestesia, artralgia, Mialgia, Convulsiones, parálisis muscular, alucinaciones visuales y auditivas, vértigo, pérdida del equilibrio, pulso irregular y disminución de la tensión.	Barracuda, medregal, jurel, chernas, pargo, bonito

Síndrome	Principales Especies	Toxinas	Síntomas	Vectores
Intoxicación por Veneno Diarreico (DSP)	<i>Dinophysis</i> spp	Acido Okadaico Pectenotoxinas Dinophysistoxinas	Vomito Dolores y calambres abdominales Diarrea Resfriado Nausea Los síntomas aparecen dentro de los siguientes 30 minutos a 12 horas (cuatro horas es el tiempo promedio de la incubación). Desaparecen a los tres días.	Glandulas digestives de Mejillones y Almejas
Intoxicación por Veneno Neurotóxico (NSP)	<i>Gymnodinium breve</i>	Brevetoxinas y derivados	Hormigueo, entumecimiento e insensibilidad en la lengua, labios y garganta. Dolores musculares, desarreglo gastrointestinal, mareo. Los síntomas aparecen a las pocas horas y desaparecen a los pocos días.	Almejas Mejillones Ostras
Intoxicación por Veneno Paralítico (PSP)	<i>Gymnodinium catenatum</i>	Saxitoxina y derivados	Parestesia, entumecimiento alrededor de la boca y punta de los dedos, pérdida de coordinación muscular, mareo, sensación de sueño, resequedad de garganta y piel. pérdida del habla, incoherencia, fiebre, nausea, vomito y diarrea. Los síntomas aparecen entre 30 minutos y 3 horas y media luego de ingerir las toxinas. Generalmente desaparecen a los pocos días.	Almejas Mejillones Ostras Langostas Algunos gastropodos y cangrejos de arrecifes coralinos

3. ESPECIES GENERADORAS DE FAN Y DE OTROS IMPACTOS

Entre las especies que conforman los FAN, los dinoflagelados ocupan una fracción importante, ya que se han identificado alrededor de 22 especies como productoras de toxinas, algunas de las cuales se encuentran entre los venenos más potentes de naturaleza no proteica conocidos. Probablemente el dinoflagelado más conocido es *Gambierdiscus toxicus* ya que es el causante principal de la ciguatera, enfermedad tropical y subtropical producida por la ingestión de peces portadores de biotoxinas. Actualmente existe un importante interés científico por entender las causas y efectos de la distribución espacial y temporal de especies de algas que conforman los FAN, ya que sus efectos potenciales abarcan alteraciones ecosistémicas, problemas de salud pública, disminución en el turismo y problemas sociales entre otros, los cuales implican pérdidas económicas importantes (Ballantine et. al., 1985; Cruz-Rivera & Villareal, 2006; Foden et. al., 2005; Corlett & Jones, 2007; Maranda et. al., 2007). No obstante, una especie de microalga puede ser tóxica en concentraciones poblacionales bajas, es decir, sin constituir un florecimiento.

Especies de los géneros *Prorocentrum* y *Dinophysis* también son productoras de toxinas que generan enfermedades transmitidas por alimentos (ETA), originando específicamente intoxicación diarreica por moluscos (DSP). Mientras que especies del género *Ostreopsis*, producen ovatoxinas como palitoxina putativa (p-PLT), letal para humanos entre 2,3 y 35,1 µg/Kg. Al considerar las especies encontradas y su abundancia es de esperarse que en la isla de San Andrés se presenten anualmente numerosos casos de pacientes con DSP, sin embargo, debido a que la sintomatología de la enfermedad se restringe a trastornos gastrointestinales leves a moderados, es probable que exista una subvaloración considerable de los casos presentados.

4. INTERÉS MUNDIAL POR ENTENDER LOS FAN

Durante la primera conferencia internacional sobre florecimiento de dinoflagelados tóxicos desarrollada en Boston en 1974, la investigación sobre FAN emergió como disciplina, pero solo hasta 1989 durante la cuarta conferencia internacional se llegó a la conclusión que algunas actividades humanas podrían estar relacionadas con el incremento en intensidad y frecuencia de estos eventos a nivel global. Fue así como a partir de ese año se emprendió un esfuerzo mundial para mejorar el entendimiento de estas relaciones y se organizaron programas globales de investigación y propuestas de manejo integral (Hallegraeff et. al., 2003). La Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la UNESCO estableció en 1992 un programa para asistir a los estados miembros en la mitigación de los efectos producidos por FAN. Este programa orientado por un panel de expertos (IPHAB) está enfocado en tres aspectos: 1) Generación de capacidad técnica, 2) Investigación y Planes y 3) Estrategias de Monitoreo. El programa trabaja en cooperación con el Consejo Internacional de Exploración Marina (ICES) y el Comité Científico de Investigación Oceánica (SCOR). Así mismo para mejorar el conocimiento a nivel taxonómico, toxicológico, químico, oceanográfico, ambiental y de impactos en salud pública y en las economías nacionales, se establecieron grupos regionales de trabajo como el grupo ANCA (Algas Nocivas del Caribe y aguas adyacentes), que hacen parte de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI).

No obstante el esfuerzo que a nivel mundial se ha hecho desde los años 70 para entender estos fenómenos y mitigar sus consecuencias, aun hoy en día es común el subdiagnóstico. En el caso

de los dinoflagelados bénticos, la mayoría de estudios que han abordado la determinación y composición de especies, se han basado en la relación de estos organismos y las macroalgas como substrato (Cruz-Rivera & Villareal, 2006), mientras que pocos estudios se han dirigido a evaluar los pastos marinos como posible fuente de dinoflagelados tóxicos (Ballantine et. al., 1985; Foden et. al., 2005; Corlett & Jones, 2007; Maranda et. al., 2007).

En Colombia son cada vez más comunes los problemas relacionados con mortandad de organismos y toxicidad por ingestión de alimentos marinos, no obstante, los FAN no son aún reconocidos como un problema, con lo cual se corre un gran riesgo a nivel ambiental y de salud pública.

5. LOS FAN EN EL CARIBE Y REGIONES ADYACENTES

Eventos FAN se han registrado y documentado en muchos de los países que hacen parte de la región Caribe causando problemas a diferente nivel (Fig. 1). Algunos de los principales eventos registrados hasta 2007 tanto en la región Caribe como en la Pacífica de estos países, se relacionan a continuación junto con las especies de microalgas identificadas (Tabla 2).



Figura 1. Localización aproximada de los lugares donde han sido registrados FAN y/o intoxicación por microalgas en el Caribe y regiones adyacentes.

Tabla 2. Eventos FAN registrados en países del Caribe

Año	País	Evento	Especies implicadas	Fuente
1977	Venezuela	257 personas con intoxicación paralizante severa, 10 muertos	No reportadas	Reyes-Vásquez et. al., 1979

Año	País	Evento	Especies implicadas	Fuente
1979	México	3 personas muertas	<i>Gymnodinium catenatum</i>	Mee, et.al. 1986
1985	Guatemala costa pacífica	Muerte de peces	No identificadas	Rosales-Loessener, 1989 a
1987	Guatemala costa pacífica	187 personas intoxicadas, 26 muertos	<i>Pyrodinium bahamense</i> var. <i>compressum</i>	Rosales-Loessener, 1989 b
1988	Panamá, costa pacífica	Sin efectos aparentes	<i>Gymnodinium catenatum</i>	Soler & Gómez, 1988
1989	Guatemala, costa pacífica	<i>Pyrodinium bahamense</i> var. <i>compressum</i>	<i>Pyrodinium bahamense</i> var. <i>compressum</i>	Cortés-Altamirano, 1993
1989	México	99 personas intoxicadas, 3 muertos	<i>Pyrodinium bahamense</i> var. <i>compressum</i> .	Cortés-Altamirano, 1993
1990	Guatemala, costa pacífica	Sin efectos aparentes	<i>Pyrodinium bahamense</i> var. <i>compressum</i>	Carrillo, 2008
1991	Panamá, costa pacífica	Sin efectos aparentes	<i>Coscinodiscus centralis</i>	Seixas, 2008
			<i>Ceratium dens</i>	
			<i>Gymnodinium catenatum</i>	
1991 a 1995	México		<i>Prorocentrum minimum</i>	Sierra-Beltrán, et.al., 2008
			<i>Pseudonitzschia australis</i>	
			<i>Pseudonitzschia australis</i>	
1993 a 2002	Cuba	3843 casos de intoxicación, de los cuales 1266 correspondieron a ciguatera. 8 personas murieron	No reportadas	Hevia Pumariega et.al., 2006 Arencibia-Carballo, 2008
1995	Guatemala, costa pacífica	Sin efectos aparentes	<i>Pyrodinium bahamense</i> var. <i>compressum</i>	Carrillo, 2008
1999	Grenada St. Vincent Tobago Barbados	Mortandad de peces de arrecife	<i>Streptococcus iniae</i>	Roach et. al., 2006

Año	País	Evento	Especies implicadas	Fuente
2000 a 2001	Costa Rica Hasta México	300 personas intoxicadas, 10 muertes	<i>Pyrodinium bahamense</i> var. <i>compressum</i> .	Sierra-Beltrán et. al., 2004
2001	Panamá, costa pacífica	Sin efecto aparente	<i>Pyrodinium bahamense</i> var. <i>compressum</i>	Seixas, 2008
2001 y 2005	Guatemala, costa pacífica	Eventos tóxicos con pérdidas económicas dada la imposibilidad de comercializar la pesca	<i>Pyrodinium bahamense</i> var. <i>compressum</i>	Carrillo, 2008
2001 y 2006	Cuba	570 intoxicaciones 72% ciguatera	<i>Coolia monotis</i> <i>Gambierdiscus toxicus</i> <i>Ostreopsis lenticulares</i> <i>Prorocentrum belizeanum</i> <i>Prorocentrum concavum</i> <i>Prorocentrum lima</i> <i>Prorocentrum mexicanum</i>	Castro, 2007 Delgado, 2007
2002 a 2004	Costa Rica costa pacífica	Diversos eventos tóxicos, relacionados con veneno paralizantes (PSP)	<i>Alexandrium monilatum</i> <i>Cochlodinium polykrykoides</i> <i>Gymnodinium catenatum</i> <i>Pyrodinium bahamense</i> <i>Trichodesmium spp</i>	Calvo-Vargas, 2008 Vargas-Montero, 2008
2002	Panamá, costa pacífica	Sin efecto aparente	<i>Gymnodinium catenatum</i>	Seixas, 2008
2004 a 2006	Venezuela	Intoxicaciones por veneno paralizante (PSP)	<i>Cochlodinium polykrikoides</i> <i>Gymnodinium catenatum</i> <i>Gymnodinium sp</i> <i>Prorocentrum triestinum</i>	La Barbera-Sánchez et. al., 2008

Año	País	Evento	Especies implicadas	Fuente
2006	Costa Rica, costa Pacífica	Sin efecto aparente	<i>Pyrodinium bahamense</i>	Vargas-Montero, 2008
2006	Nicaragua El Salvador	Mortandad de tortugas	<i>Pyrodinium bahamense</i>	Vargas-Montero, 2008
2006 y 2007	Panamá	Muerte de moluscos, tortugas y peces	No reportadas	Seixas, 2008
			<i>Ceratium furca</i> <i>Chatonella marina</i> <i>Chatonella ovata</i> <i>Cylindrotheca closterium</i> <i>Dinophysis</i> spp. <i>Fibrocapsa japonica</i> <i>Gymnodinium catenatum</i> <i>Karenia brevis</i> <i>Lingulodinium polyedrum</i> <i>Lyngbia</i> <i>Mirionecta rubra</i> <i>Ostreopsis siamensis</i> <i>Prorocentrum lima</i> <i>Prorocentrum mexicanum</i> <i>Prorocentrum micans</i> <i>Prorocentrum minimum</i> <i>Protoperdinium quinquecorne</i> <i>Pseudanabaena</i> <i>Pseudonitzschia heimii</i> <i>Pseudo-nitzschia</i> spp <i>Scrippsiella trochoidea</i> <i>Trichodesmium erythraeum</i>	
2003 a 2007	México	Mortandades de peces Mortandad de Tortugas Mortandad de delfines 40 intoxicados por ciguatera Intoxicación por veneno paralizante (PSP)		Sierra-Beltrán et. al., 2008
2007	Guatemala	Mortandad masiva de peces	<i>Cochlodinium catenatum</i>	Carrillo et. al., 2007

6. LOS FAN EN COLOMBIA

Si bien en Colombia también se han presentado problemas relacionados con mortandad de organismos y toxicidad por ingestión de alimentos marinos, los FAN no son aún reconocidos como un problema. En consecuencia no existe regulación alguna, ni programas de monitoreo. La investigación que se adelanta en los temas relacionados con los FAN, corresponde a iniciativas aisladas de grupos de investigación pertenecientes a Universidades y Centros de Investigación Marina.

Los principales eventos FAN de los que se tiene conocimiento en Colombia se relacionan en la Tabla 3.

Tabla 3. Principales FAN y efectos tóxicos de los que se tiene conocimiento en aguas colombianas (Tomado de Mancera & Vidal, 2008).

Año	Lugar	Especie	Evento	Efectos
1971	Lagunas Costeras, Departamento del Magdalena	<i>Anabaena circinalis</i>	Evento Tóxico	Mortandad de peces y aves
1975 - 1980	Bahía de Cartagena	<i>Gonyaulax polyedra</i>	Marea Roja	Ninguno
1985	Lagunas Costeras del Magdalena	<i>Anabaena flos-aque</i>	Evento Tóxico	Mortandad de peces y aves
1994	Complejo de Pajarales, Magdalena	<i>Anabaenopsis sp.</i>	Anoxia	Mortandad de peces
1997	Lagunas (Repelón)	<i>Microcystis aeruginosa</i> <i>Anabaena spiroides</i>	Evento Tóxico	Mortandad de aves
1995 - 1998	Ciénaga Grande de Santa Marta, Magdalena	<i>Anabaenopsis sp.</i> <i>Microcystis sp</i>	Anoxia	Mortandad de peces
2001 - 2002	Bahía de Tumaco	<i>Alexandrium tamarense</i>	Marea Roja	Ninguno
2007	San Andrés, Isla	No reportadas	Ciguatera	Intoxicación 16 turistas 9 residentes

7. IMPACTO DE LAS AGUAS DE LASTRE EN LA REGIÓN CARIBE COLOMBIANA

En los últimos años se ha registrado un incremento en el tráfico de embarcaciones internacionales, para puertos como el de Santa Marta se transporta en la actualidad alrededor de 12.370 ton/día. Los estudios de las aguas de lastre en buques que arriban a puertos de Santa Marta y Cartagena muestran que al menos seis especies toxinogénicas, no registradas en aguas de Santa Marta o Cartagena, estuvieron presentes en aguas de lastre de buques que entre 2002 y 2006 llegaron a dichos puertos (Tabla 4). Estas especies son *Leptocylindrus cf. minimus*, *Chaetoceros concavicornis*, *Chaetoceros debilis*, *Odontella aurita*, *Prorocentrum cf. balticum*, y *Dinophysis caudata*.

Tabla 4. Número de taxa y quistes de fitoplancton encontrado en aguas de lastre de buques que arribaron a puertos de Santa Marta y Cartagena entre 2002 y 2006 (Tomado de Mancera, 2008).

Puertos	Cartagena	Santa Marta
Número de taxa	169	223
Número de quistes	11	--
Taxa no halladas en aguas de región	26	43
Especies toxinogénicas	4	5

De otra parte, un número importante de especies no reportadas ni en aguas de las bahías de Santa Marta ni Cartagena, han sido encontradas en aguas de lastre de buques que arribaron a dichos puertos (Tabla 5).

Tabla 5. Especies de fitoplancton no registradas en aguas de Santa Marta ni Cartagena, encontradas en aguas de lastre de buques que arribaron a dichos puertos (Tomado de Mancera, 2008).

Especie	Cartagena	Santa Marta
Aphanothece cf. stagnina		X
Chroococcus cf. limneticus		X
Oscillatoria cf. amoena		X
Oscillatoria ornata		X
Cyclotella cf. caspia		X
Cyclotella litoralis		X
Detonula confervacea		X
Planktoniella sol	X	X
Melosira varians		X
Aulacoseira granulata		X
Paralia sulcata f. polygona		X
Stephanopyxis nipponica		X
Corethron cf. hystrix		X
Coscinodiscus marginatus		X
Hemidiscus cuneiformis	X	
Roperia tesellata		X
Asterolampra marylandica		X
Rhizosolenia cf. pungens		X
Rhizosolenia striata		X
Proboscia alata f. curvirostris		X
Bacteriastrium furcatum	X	X
Chaetoceros glandazzi	X	
Chaetoceros gracilis		X

Especie	Cartagena	Santa Marta
Chaetoceros mesanensis	X	
Chaetoceros tortissimus	X	
Ditylum brightwelli	X	X
Fragilaria crotonensis		X
Synedra acus		X
Gyrosigma distortum		X
Gyrosima cf. praelongum		X
Pseudoeunotia doliolus	X	
cf. Neodenticula seminae		X
Nitzschia cf. dissipata		X
Cymatopleura solea		X
Surirella cf. ovata		X
Surirella cf. splendida		X
Dinophysis parvula		X
Ceratium gibberum	X	
Coelastrum cf. cambricum		X
Coelastrum microporum		X
Actinastrum hantzschii		X
Scenedesmus acuminatus		X
Staurastrum cf. leptocladum	X	X
Staurastrum cf. pingüe		X
Dictyocha polyaetis	X	

8. LOS FAN EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA SEAFLOWER

El Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, declarado por la Unesco en el año 2000 como reserva internacional de la Biosfera SEAFLOWER, está localizado entre los Paralelos 10° y 18° de latitud norte y los meridianos 78° y 82° de longitud oeste de Greenwich. El Archipiélago comprende un área de más de 300.000 Km², de aguas territoriales y zona económica exclusiva de los cuales 70 km² son islas, 5.000 km² aguas poco profundas sobre plataformas de islas y cayos con arrecifes ricos en recursos pesqueros y biodiversidad; esta conformado por las islas de San Andrés, Providencia Santa Catalina, numerosos cayos, bancos y bajos y en la actualidad constituye una de las Reservas de Biosfera marinas más grande del planeta (Mow et. al., 2003).

San Andrés con un área de 27 Km² está localizada al sur-oeste del archipiélago entre los 12°28' y 12°36' N y los 81°40' y 81°44' W, a unos 240 Km de la costa centroamericana (IGAC, 1986). Las islas de Providencia y Santa Catalina con una extensión de 17 y 1 km², respectivamente, se ubican sobre una plataforma independiente de la continental que ocupa una extensión aproximada de 60km² a 13° 32' Norte y 81° 26' Oeste (Fig. 2).

La constitución geológica fundamental de la isla de San Andrés es de basamento volcánico del mioceno que yace bajo grandes depósitos de arena y lodo calcáreo consolidados en caliza maciza y una capa más blanda denominada caliche. En el costado occidental es abrupto el contacto tierra-mar formándose acantilados que reflejan la fuerte erosión marina (IGAC, 1986). El origen de Providencia esta asociado con zonas de fractura y actividad volcánica, se diferencia de San Andrés por ser de origen únicamente volcánico y presentar picos accidentados que alcanzan los 360m.

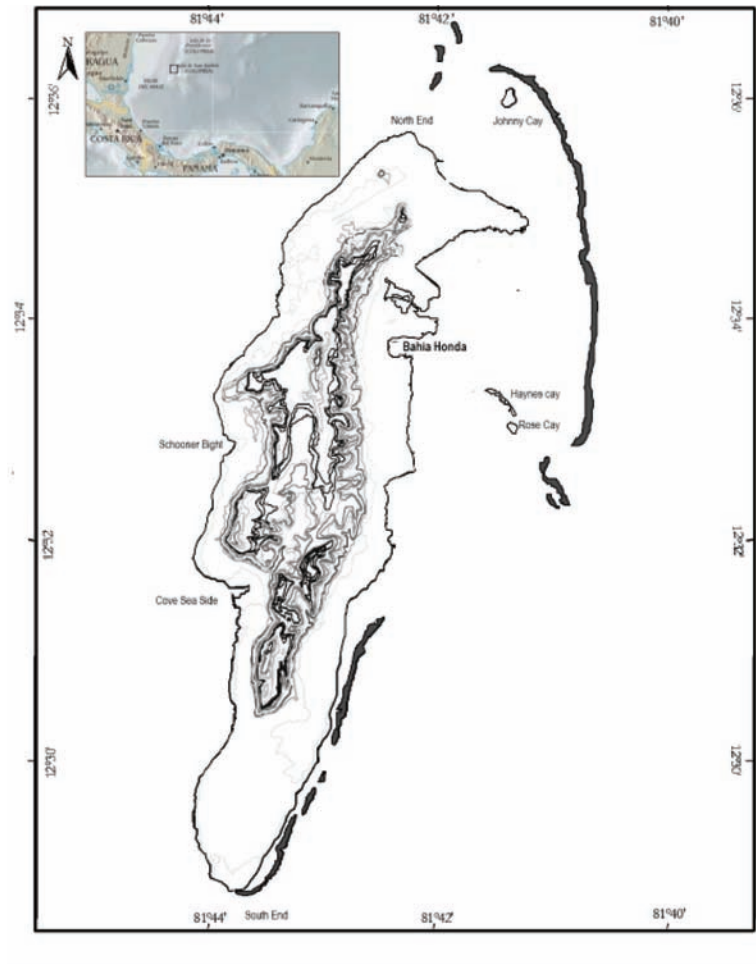


Figura 2. Localización de la isla de San Andrés, parte de la reserva de biosfera SEAFLOWER.

Las islas presentan un clima tropical lluvioso dentro de la clasificación de Köppen o también se clasifica como costa tropical de barlovento o litorales de vientos alisios. Las lluvias fluctúan entre 1500 y 2000mm anuales, en régimen monomodal, con vientos de mayor intensidad en la época seca de enero a junio, y meses más lluviosos en octubre y noviembre (Castaño, 2002). Según el IDEAM (1995) la temperatura media anual es de 27.4 °C, con valores máximos entre 29 °C y 30 °C durante los meses de mayo a junio y mínimos entre 25.5 °C y 26.0 °C en los meses de diciembre a febrero. Las mareas son semidiurnas y de poca intensidad (<50cm) reflejándose en zonaciones litorales y coralinas muy estrechas (Castaño, 2002).

San Andrés con una población oficial de 53.159 habitantes presenta una de las mayores densidades en la región Caribe (1.969 personas/ km²). Providencia cuenta con una población de 4000 habitantes y Santa Catalina 200, los cuales basan su sustento principalmente en actividades económicas tradicionales como la pesca, la agricultura y la cría de ganado, cerdos y aves de corral.

Las principales actividades económicas, base para el desarrollo del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, son el comercio que depende del turismo y la pesca. Estas actividades podrían verse seriamente amenazadas al incrementarse la incidencia de FANs o eventos de intoxicación por biotoxinas, eventos que han sido reportados en los últimos años (Mancera, 2008). En dos evaluaciones preliminares llevadas a cabo en 2007 y 2008 (Rodríguez, 2007; Sánchez, 2008), se identificaron 11 especies de dinoflagelados (*Dinophysis acuminata*, *Gambierdiscus toxicus*, *Ostreopsis ovata*, *Prorocentrum arenarium*, *P. belizeanum*, *P. emarginatum*, *P. hoffmanianum*, *P. lima*, *P. maculosum*, *P. mexicanum*, *Gambierdiscus toxicus*) y fueron determinadas hasta subgénero algunas células de *Alexandrium sp.*

Los registros de microalgas toxinogénicas coinciden con algunas manifestaciones clínicas reportadas en San Andrés. En abril de 2007 se presentaron dos brotes de intoxicación alimentaria causados por el consumo de barracuda (Carreño & Mera, 2007). El primer brote ocurrió el 2 de abril, involucrando a 16 turistas que presentaron síntomas de intoxicación, al consumir en el almuerzo barracuda. Posiblemente la intoxicación fue causada por una ciguatoxina. Los síntomas parestesia en miembros superiores e inferiores, tetania en manos y pies, prurito, malestar general, dificultad respiratoria y/o diarrea, se presentaron entre 3 y 6 horas posteriores a la ingesta de barracuda. El grupo de personas afectadas estuvo entre los 20 y los 70 años y no se presentó una notoria discriminación de síntomas por grupo de edad ni género. Como antecedente se registró que los turistas estaban ingiriendo bebidas alcohólicas antes y durante la ingestión del pescado lo que pudo reforzar el cuadro nervioso si se tiene en cuenta que el signo predominante en la intoxicación fue la presencia de las parestesias, mientras que una sola persona presentó diarrea.

El segundo caso se presentó el día 3 de abril en el sector de la loma de San Andrés Islas. Este caso involucro a 9 residentes que entre 1 y 7 horas posteriores al consumo de rondón presentaron síntomas de intoxicación alimentaria. El rondón entre otros alimentos incluía barracuda la cual posiblemente contenía ciguatoxinas. Los síntomas presentados fueron vomito, diarrea, dolor abdominal, náuseas, cefalea, prurito entre otros síntomas compatibles con una intoxicación alimentaria. En este brote el periodo de incubación fue diferente entre los grupos de edad; los primeros síntomas de la intoxicación se presentaron en una niña de 11 años la cual manifestó síntomas a la hora de haber ingerido el alimento, mientras que el promedio del periodo de incubación en los adultos fue de cinco (5) a siete (7) horas.

De otra parte, el análisis histórico de la calidad de las aguas marino costeras de San Andrés durante la última década, muestra que la presión antrópica ha sido muy fuerte, conduciendo a procesos de nutrificación de las aguas. Para algunas estaciones se registran valores de nutrientes inorgánicos disueltos muy por encima de los máximos recomendados para arrecifes coralinos, así para nitrógeno entre 3 y 9 veces y para fósforo entre uno y ocho veces (Palmer-Cantillo, 2007). Así mismo, un grupo de expertos a nivel mundial financiado por la Agencia

Norteamericana para la Protección del Medio Ambiente analizó la relación entre aumento de nutrientes y Florecimientos Algales Nocivos (FAN), concluyendo que existen múltiples evidencias que señalan una relación directa causa - efecto (Heisler et. al., 2008).

Teniendo en cuenta la amplia distribución de praderas de pastos marinos y macroalgas en la reserva internacional de la biosfera SeaFlower, que para San Andrés ocupan un área cercana a 5.062.400 m² y están compuestas principalmente por *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme* (Angel & Polania, 2001); que las praderas de pastos marinos y macroalgas pueden representar un buen sustrato para el desarrollo de fitobentos toxinogénico (Cruz-Rivera & Villareal, 2006); que ya han sido reportadas algunas especies toxinogénicas en praderas de San Andrés (Rodríguez, 2007; Sánchez, 2008); que ha habido incremento en la concentración de nutrientes inorgánicos disueltos en aguas marino-costeras de San Andrés (Palmer, 2007); que en otras latitudes se ha demostrado relación entre incremento de nutrientes y FANs (Heisler et. al., 2008); que los FAN generan serios impactos en la salud humana, medio ambiente y turismo y que el turismo es la principal actividad comercial en San Andrés (DANE, 2005), se hace necesario contar con una evaluación detallada de patrones de distribución de dinoflagelados epifitos toxigénicos asociados a pastos marinos y macroalgas, y su posible relación con factores abióticos asociados a la calidad de las aguas en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, que permita desarrollar medidas pertinentes para evitar episodios nocivos.

En la isla de San Andrés, a pesar de haberse presentado en tiempos recientes episodios de toxicidad por ingestión de organismos marinos como se mencionó anteriormente, no existe regulación alguna ni programas de monitoreo, ya que hasta el momento los FAN no son reconocidos como un problema. La comparación de los dos estudios preliminares adelantados en la isla de San Andrés (Rodríguez, 2007; Sánchez, 2008) muestra evidencias de estacionalidad de las poblaciones de dinoflagelados epifitos y variaciones importantes en la distribución espacial en los periodos de pluviometría mayor y menor, por lo cual se considera que la distribución varía notablemente a lo largo del año. Estos estudios resaltan la importancia de la realización de monitoreos continuos de las especies de dinoflagelados toxigénicos con el fin de conocer más sobre su ecología y poder formular planes para mitigar los efectos nocivos que estas pueden causar.

BIBLIOGRAFÍA

- Angel, F. y J. Polania. 2001. Estructura y distribución de pastos marinos en San Andrés Isla, Caribe colombiano. Boletín Ecotropical Ecosistemas Tropicales 35, 1-24.
- Ballantine, D.L., A.T. Bardales, T.R. Tosteson, and H. Dupon-Durst. 1985. Seasonal abundance of *Gambierdiscus toxicus* and *Ostreopsis* sp. in coastal waters of Southwest Puerto Rico. In: Delasalle, B., Galzin, R., Salvat, B. (Eds), Proceedings of the Fifth International Coral Reef Congress, Tahiti, Antenne Museum-EPHE, Moorea (French Polynesia), 417-422.
- Burkholder, J.M. 1998. Implications of harmful microalgae and heterotrophic dinoflagellates in management of sustainable marine fisheries. *Ecological Applications* 8 (1), Supplement: S37-S62.
- Calvo-Vargas, E. 2008. Toxinas Paralizantes en Moluscos Bivalvos de Importancia Comercial en el Golfo de Nicoya, Puntarenas, Costa Rica. En: Mancera, J.E. 2008. IOC Regional Science Planning Workshop on Harmful Algal Blooms in IOCARIBE ANCA IV. Universidad Nacional de Colombia, sede Caribe, San Andrés isla. 81 pp.
- Carrillo, L., R. Cortes-Altamirano, V. Leiva and V. Talbott. 2007. Presence of *Cochlodinium catenatum* in the Guatemalan coast (2004 & 2007). *Harmful Algae News*.
- Carrillo, L. 2008. Informe de Guatemala. En: Mancera, J.E. 2008. IOC Regional Science Planning Workshop on Harmful Algal Blooms in IOCARIBE ANCA IV. Universidad Nacional de Colombia, sede Caribe, San Andrés isla. 81 pp.
- Castaño, C. 2002. Golfos y Bahías de Colombia. Banco de Occidente. pp: 134-141. Cali, Colombia.
- Castro, A. 2007. Epidemiología de las enfermedades transmitidas por alimentos a través de los productos pesqueros. La Habana, V Taller Internacional Pesca 2007.
- Corlett, H., and B. Jones. 2007. Epiphyte communities on *Thalassia testudinum* from Grand Cayman, British West Indies: Their composition, structure, and contribution to lagoonal sediments. *Sediment. Geol.* 194, 245–262.
- Cortés-Altamirano, R. 1993. Envenenamiento paralítico por mariscos (PSP), causado por el dinoflagelado *Pyrodinium bahamense* var. *compressum* en la costa Suroeste de México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. Habana, Cuba.
- Cruz-Rivera, E., and T. Villarreal. 2006. Macroalgal palatability and the flux of ciguatera toxins through marine food webs. *Harmful Algae* 5, 497–525.
- Delgado, G. 2007. Biotoxinas marinas. La Habana, V Taller Internacional Pesca 2007.
- Foden, J., D. Purdie, S. Morris, and S. Nascimento. 2005. Epiphytic abundance and toxicity of *Prorocentrum* populations in the Fleet Lagoon, UK. *Harmful Algae* 4, 1063–1074.
- Freer, E., M. Vargas. 2003. Floraciones algales nocivas en la costa pacífica de Costa Rica: toxicología y sus efectos en el ecosistema y salud pública. *Acta Médica Costarricense* 45 (4), 158-164.

Hallegraeff, G.M., 1998. Transport of toxic dinoflagellates via ships' ballast water: bioeconomic risk assessment and efficacy of possible ballast water management strategies. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 168, 297-309

Hallegraeff, G.M., D.M. Anderson, A.I.D. Cembella, and H.O. Enevoldsen. 2003. *Manual on harmful marine microalgae*. UNESCO Publishing, 793 pp.

HARNNESS, 2005. In: Ramsdell, J.S., Anderson, D.M., Glibert, P.M. (Eds.), *Harmful Algal Research and Response: A National Environmental Science Strategy 2005–2015*. Ecological Society of America, Washington, DC

Heisler, J. , P.M. Glibert, J.M. Burkholder , D.M. Anderson, W. Cochlan, W.C. Dennison, Q. Dortch, C.J. Gobler, C.A. Heil, E. Humphries, A. Lewitus, R. Magnien, H.G. Marshall, K. Sellner, D.A. Stockwell, D.K. Stoecker, M. and Suddleson. 2008. Eutrophication and harmful algal blooms: A scientific consensus. *Harmful Algae* 8, 3-13.

Hevia Pumariega, R. B.; A. Suárez Escandón, A. O. Hernández Mullings y J. Herrera Acosta. 2006. Ciguatera: Clínica y epidemiología de 161 pacientes. La Habana, Centro Nacional de Toxicología.

IGAC. 1986. *San Andrés y Providencia: Aspectos geográficos*. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá D.E. 156 p.

La Barbera-Sánchez, A., J. Gamboa, I. Castillo y L. Rojas. 2008. Informe de Venezuela. En: Mancera, J.E. 2008. *IOC Regional Science Planning Workshop on Harmful Algal Blooms in IOCARIBE ANCA IV*. Universidad Nacional de Colombia, sede Caribe, San Andrés isla. 81 pp.

Mancera, J.E. 2008. *IOC Regional Science Planning Workshop on Harmful Algal Blooms in IOCARIBE ANCA IV*. Universidad Nacional de Colombia, sede Caribe, San Andrés isla. 81 pp.

Maranda, L., S. Corwin, and P. Hargraves. 2007. *Prorocentrum lima* (Dinophyceae) in northeastern USA coastal waters II: Toxin load in the epibiota and in shellfish. *Harmful Algae* 6, 632–641

Masó, M. and E. Garcés. 2006. Harmful microalgae blooms (HABs); problematic and conditions that induce them. *Mar. Pollut. Bull.* 53, 620-630

Mee, L.D., M. Espinosa, and G. Díaz. 1986. Paralytic shellfish poisoning with a *Gymnodinium catenatum* red tide on the Pacific coast of México. *Mar. Environ. Res.* 19:17-92.

Mow J. M., C. Aguilera y S. Tabet. 2003. Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina: una reserva de Biosfera en el Caribe Colombiano. Corporación para el desarrollo sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (CORALINA). San Andrés Islas, Colombia. 62p

Palmer Cantillo, S., 2007. Análisis histórico (1997-2005) de la calidad de las aguas costeras de la isla de San Andrés. Trabajo de Grado. Universidad Nacional De Colombia

Parson, M.L. and Preskitt, L.B., 2007. A survey of epiphytic dinoflagellates from the coastal waters of the island of Hawai'i, *Harmful Algae* 6, 658-669.

- Reyes-Vásquez E., E. Ferraz-Reyes, E. Vásquez. 1979. Toxic dinoflagellate blooms in north eastern Venezuela during 1977. In *Toxic Dinoflagellate Blooms*, Taylor, D. L. Seliger, H. H., Editors, New York, Elsevier/North Holland, 1979, 191.
- Roach, J. C., P. N. Levett, and M. C. Lavoie. 2006. Identification of *Streptococcus iniae* by commercial bacterial identification systems. *Journal of Microbiological Methods* 67, 20-26.
- Rodríguez, A. 2007. Distribución de los dinoflagelados epífitos potencialmente tóxicos de la isla de San Andrés durante el período lluvioso menor. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de ciencias, carrera de biología. Bogotá. 36p.
- Rosales-Loessener, F., E. De Porras and M.W. Dix. 1989. Toxic shellfish poisoning in Guatemala, p. 113-116. In T. Okaichi, D.M. Anderson and T. Nemoto (eds) *Red Tides: Biology, Environmental Science and Toxicology*. Elsevier Science Publishing, Amsterdam.
- Rosales-Loessner, F. 1989. The Guatemalan experience with Red Tides and Paralytic Shellfish Poisoning. P. 49-51. In Hallengraeff, G. and J. MacLean. *Biology, epidemiology and management of Pyrodinium Red Tides*. Philippines.
- Sánchez, C. 2008. Dinoflagelados béticos asociados a praderas de pastos marinos en la Isla de San Andrés durante la época seca. Universidad Nacional de Colombia. Sede Caribe. San Andrés isla.
- Seixas, C.E. 2008. The Panama country report. En: Mancera, J.E. 2008. IOC Regional Science Planning Workshop on Harmful Algal Blooms in IOCARIBE ANCA IV. Universidad Nacional de Colombia, sede Caribe, San Andrés isla. 81 pp.
- Sellner, K.G. and G.J. Doucette. 2003. Harmful algal blooms: causes impacts and detection. *J Ind Microbiol. Biotechnol.* 30, 383–406.
- Sierra-Beltrán, A.P., D.B. Lluch-Cota, S.E. Lluch-Cota, R. Cortés-Altamirano, M. C. Cortes-Lara, M. Castillo-Chávez, L. Carrillo, L. Pacas, R. Viquez and I. García-Hansen. 2004. Spatial-Temporal dynamics of red tide precursor organisms at the Pacific coast of North and Central America. *Rev. Biol. Trop.* 52 (Suppl. 1): 99-107. Costa Rica.
- Smayda, T. J. 2007. Reflections on the ballast water dispersal—harmful algal bloom paradigm. *Harmful Algae* 6, 601–622.
- Soler, B.A. y J.A. Gómez. 1988. Mareas rojas en el Pacífico de Panamá. *Scientia* 1991.
- UNEP/FAO. 1996. Assessment of the state of eutrophication in the Mediterranean Sea. MAP Technical Reports Series No. 106. Athens, Greece, 211 pp.
- Vargas-Montero, M. 2008. Informe de Costa Rica. En: Mancera, J.E. 2008. IOC Regional Science Planning Workshop on Harmful Algal Blooms in IOCARIBE ANCA IV. Universidad Nacional de Colombia, sede Caribe, San Andrés isla. 81 pp.