



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES

**MAESTRÍA EN CIENCIAS MANEJO SUSTENTABLE DE RECURSOS
BIOACUÁTICOS Y MEDIO AMBIENTE**

**TESIS DE GRADO PARA LA OBTENCION DE TITULO DE MAGISTER
EN CIENCIAS**

**EVENTOS DE MAREAS ROJAS: ESTRATEGIAS DE MANEJO
PREVENTIVAS EN ECUADOR**

GLADYS MARLENE TORRES CHUQUIMARCA

GUAYAQUIL – ECUADOR

2011

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

SEGUNDO COELLO, Ph.D
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

M.Sc. CARLOS VILLON
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DRA MATILDE CORNEJO
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DR LUIS MUÑIZ
DIRECTOR DE MAESTRÍA

DRA CARMEN BONIFAZ
DECANA

DEDICATORIA

*A mi madre Sra. María Chuquimarca Soto
por encaminar el sendero de mi familia*

*A mi esposo Biólogo Raúl Zambrano, a mis hijos
Jorge, Eder, y Nanny, por darme la suficiente motivación
para culminar esta investigación*

*A la comunidad costera e insular del Ecuador, seres anónimos e
incansables en su lucha diaria por extraer de las entrañas del mar
sus recursos para su sustento.*

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales, por la gestión en crear un magíster orientado a la necesidad del país hacia un manejo sustentable de los recursos bio-acuáticos. Al Dr. Segundo Coello por su revisión y su experiencia en manejo costero y en la tutoría de esta tesis. A los miembros del Comité de evaluación de esta tesis por sus valiosas sugerencias.

A los Srs. Directores del INOCAR (Arturo Romero, Galo Garzón, Patricio Goyes y Jorge Cárdenas) y Jefe del Departamento de Ciencias del Mar del Instituto Oceanográfico (Edwin Pinto), por las facilidades brindadas para la realización del proyecto de Marea roja y algunos monitoreos que formaron parte de esta investigación. A la Capitanía de Puerto Bolívar, al Ing. Stalin Benítez (EDC) y pescadores de esta localidad, quienes contribuyeron con algunos muestreos en áreas adyacentes a Puerto Bolívar, Bajo Alto e Isla Santa Clara. Al Dr. Roberto Jiménez por tener la iniciativa en el país y generado algunas publicaciones sobre los eventos de mareas rojas. A la bióloga Dialli Coello del Instituto Nacional de Pesca por su información de mareas rojas.

A la Dra. Monica Lión por su gestión en la Beca AECI-IEO-COI-UNESCO para el curso VII sobre Fitoplancton Tóxico y Biotoxinas Marinas, Programas de seguimiento de Fitoplancton Tóxico y Biotoxinas según la Reglamentación Europea (Vigo-España, 2006), cuyo enfoque generaron nuevas ideas en la necesidad de una propuesta de manejo costero sobre los problemas de mareas rojas y mortalidad de peces. Al grupo de especialistas que formaron FANSA (talleres 2001 y 2003), que compartieron sus conocimientos, los mismos que promovieron la idea de esta tesis.

A todas aquellas personas que colaboraron en la realización de esta tesis hago extensivo mi más sincero agradecimiento.

INDICE

	Pág.
I INTRODUCCIÓN	1

1.1	Marco Referencia: Caracterización del problema	2
1.2	Motivación e importancia de la investigación en mareas rojas ...	9
1.3	Objetivo General	11
1.4	Objetivos Específicos	12
1.5	Valor agregado con el cumplimiento de los objetivos.....	12
1.5	Hipótesis	12
II	MARCO TEORICO	13
2.1	Criterios y conocimientos de los efectos de MR	13
2.1.1	Concepto de MR	13
2.1.2	Color de las MR	13
2.1.3	Duración de las MR	15
2.2.4	Tipos de Dispersión de los eventos de MR	15
2.2.5	Cambio Climático y su relación con los eventos de MR	16
2.2.6	Donde ocurren las MR y cuál es su frecuencia	16
2.2.7	Mecanismos o factores que promueven la ocurrencia	17
2.2.8	Factores que promueven la desaparición de la MR	20
2.2.9	Mecanismos de dispersión de la MR	21
2.2.10	Predicción de eventos de MR	22
2.2.11	Organismos marinos que representan riesgos a la salud pública	22
2.2.12	Impactos a las pesquerías (mortalidad de especies acuáticas)	25
2.2.13	Impactos en el sector turístico.....	28
2.2.14	Impactos a la calidad de agua dulce	29
2.2.15	Tratamientos para la Intoxicación algal	29
2.2.16	Identificación de intoxicaciones	30
2.2.17	Listado de especies nocivas.....	30
2.2.18	Plan de contingencias ambientales para mareas rojas.....	30
2.2.19	Instituciones Científicas en Ecuador.....	31
2.2.20	Principales recursos acuícolas en el Ecuador.....	31
III	MATERIALES Y METODOS	33
3.1.	Definición de la población y muestra	33
3.2.	Métodos de colección y análisis de muestras de agua de la MR	33

3.2.1.	Breve descripción del método de muestreo para algas nocivas o MR ...	35
3.3.	Análisis de la Información	36
3.4.	Procedimientos para la evaluación preventiva.....	37
3.5.	Área de Estudio	37
IV	RESULTADOS	42
4.1.	Reportes de eventos de MR	42
4.1.1	Registros anuales de MR	42
4.1.2.	Áreas Geográficas de mayor ocurrencia de MR	43
4.1.3	Épocas de mayor ocurrencia	49
4.1.4	Especies causantes de mareas rojas en Ecuador	55
4.1.5	Densidad algal relacionada a eventos de mareas rojas	65
4.1.6	Mortalidad de organismos	65
4.1.7	Nivel de avance tecnológico para enfrentar este problema en Ecuador	67
4.2.	Estrategias de prevención, control y mitigación.....	68
4.2.1	Situación del Estado Actual (Análisis FODA)	68
4.2.1.1	Fortalezas	68
4.2.1.2	Oportunidades	69
4.2.1.3	Debilidades	70
4.2.1.4	Amenazas	72
4.2.2.	Identificación de los recursos que hay que proteger	73
4.2.3.	Propuesta de una Plan Nacional	76
4.2.3.1	Integración y capacidad Institucional	76
4.2.3.2	Información y difusión	78
4.2.3.3	Plan de Contingencia	79
4.2.3.4	Propuesta de Medidas de Mitigación	82
4.2.3.5	Control de Mareas Rojas	84
V	DISCUSIÓN	85
VI	CONCLUSIONES	87

VII	RECOMENDACIONES	90
VIII	BIBLIOGRAFIA	93
	ANEXO 1: TABLAS.....	119
	ANEXO 2: FOTOS DE ESPECIES DE FITOPLANCTON TOXICO	133
	ANEXO 3: GLOSARIO.....	152

LISTADO DE FIGURAS

Pág.

Figura 1.	Importancia de las microalgas y su rol con las actividades del hombre	6
Figura 2.	Esquema de desarrollo de una floración de algas, acumulación de toxinas en moluscos (transvectores) y efectos al ser humano que los consume (Comité Regional Marea Roja, 2009).	10
Figura 3.	Escenarios que ilustran como las algas pueden acumularse debido a los procesos físicos y biológicos (modificada y traducida desde Andersen, 1996).....	17
Figura 4.	Situaciones ambientales que influyen en la aparición de la MR (Polanco, 1984)	18
Figura 5.	Generalidad del ciclo de vida de dinoflagelados (Figueroa, 2006)..	19
Figura 6.	Transferencia de intoxicaciones a humanos por consumo por consumo de Moluscos gasterópodos y bivalvos (Modificado y traducido desde Shumway et al., 1995).	23
Figura 7.	Transferencia de toxinas (CFP) desde dinoflagelados vía consumo de peces tropicales (tomado desde Hallegraeff, 2002).	24
Figura 8:	Modelo conceptual del impacto del Bloom de algas nocivas entre los enlaces tróficos y sus ecosistemas del plancton y bentos (Modificado desde Smayda 1992)	26
Figura 9:	Transferencia de toxinas (CFP) desde dinoflagelados vía consumo de peces tropicales (tomado desde Hallegraeff, 2002)	27
Figura 10:	Área de Estudio del margen costero del Ecuador	38
Figura 11:	Distribución de las principales corrientes marinas del Pacífico Ecuatorial (A). Corrientes durante el verano del Hemisferio Sur entre diciembre a marzo (B). Mapas tomados desde “The Oceanography Course Team” por Brown et al., 1991	39
Figura 12:	Análisis del Índice Multivariado de ENSO de los eventos El Niño (A) y las transiciones entre La Niña y El Niño (B)	40
Figura 13:	Número de reportes de mareas rojas por área geográfica en la zona costera e insular entre 1968 a 2009	43

Figura 14: Distribución porcentual de los reportes de mareas rojas por área geográfica	44
Figura 15: Registros de mareas rojas y mortalidad de peces (1968-2009) en Galápagos	45
Figura 16: Registros de mareas rojas y mortalidad de peces (1968-2009) al Norte de las costas del Ecuador	46
Figura 17: Registros de mareas rojas y mortalidad de peces (1968-2009) en la costa central del Ecuador	47
Figura 18: Registros de mareas rojas y mortalidad de organismos (1968-2009) en el Golfo de Guayaquil	48
Figura 19: Número de reportes anuales de mareas rojas (1968-2009) en Ecuador	51
Figura 20: Número de reportes anuales de mareas rojas (1968-2009) en el Golfo de Guayaquil y Bahía Santa Elena, Ecuador	52
Figura 21: Número de reportes anuales de mareas rojas (1968-2009) en Manabí, Esmeraldas y Galápagos, Ecuador	53
Figura 22: Registros mensual de eventos de mareas rojas y mortalidad de organismos (1968-2009) en Esmeraldas	54
Figura 23: Especies que han causado eventos de mareas rojas en Ecuador (1968-2009)	55
Figura 24: Registros mensual de eventos de mareas rojas causadas por el Ciliado <i>Mesodinium rubrum</i> durante 1968-2009 en Ecuador.....	57
Figura 25: Registros de mareas rojas (1968-2009) causadas por el Ciliado <i>Mesodinium rubrum</i> en Ecuador	59
Figura 26: Registros anuales de mortalidad de organismos relacionados a marea rojas durante 1968-2009 en Ecuador	66
Figura 27: Modelo conceptual de Ecología del Golfo de Guayaquil y estuario del Río Guayas (adaptado desde Twilley et al., 1999) donde se realiza la Interacción de funciones de servicios ambientales y resiliencia antropogénica	75

LISTADO DE FOTOS

Pág.

Fotos 1:	Marea roja en el Mar Mediterráneo (Fuente: Microbial Life)	14
Fotos 2:	Marea roja frente a la costa de Monteverde en mayo 2005 (Foto tomada por Capitanía de Puerto de Salinas)	14
Fotos 3:	Marea roja en el Río Guayas, por el sector de la Isla Santay	14
Fotos 4:	Frasco con muestra de fitoplancton (red de 55u) colectada en el canal Santa Rosa, donde muestra el color rojo que constata con el color del agua del estuario, causada por el bloom de <i>Ceratium dens</i>	15
Fotos 5:	Pérdida de paisaje en la Playa de Catalán causada por el bloom de <i>Alexandrium taylori</i> (desde Garcés et al., 2001)	28
Fotos 6-7-8:	Red pequeña cónica de 10 µm (6), 20 µm (7) y redes estratificadas de 100, 25 y 10 µm (8A) y colectando muestras de dinoflagelados para cultivarlas (8B).	35
Fotos 9-10:	Botella de cierre automático Niskin y manguera integradas de 15m	36
Foto 11.	<i>Mesodinium rubrum</i>	58
Foto 12.	<i>Noctiluca scintillans</i> cuando están vivos (verdes) y cuando decae el bloom (café). (Desde Al-Busaidi et al., 2008).	60
Foto 13.	Morfología de <i>C.catenatum</i> . A) cadena 2 células; B y C) cadena 4; D) cadena de 8 células (Desde Carrillo et al, 2007).	61
Foto 14.	<i>Gymnodinium catenatum</i> , cadenas vegetativas (a,b), quiste (c), Células vegetativas desde cultivos (d,e) (desde Masó et al., 2005).	61
Foto 15.	<i>Gyrodinium spirale</i> (A); <i>Gyrodinium viridescens</i> (B); <i>Gyrodinium</i> <i>glaucum</i> (C).	62
Foto 16.	<i>Ceratium dens</i> (a) colectada frente a Jambelí; <i>Ceratium trichoceros</i> (b) y <i>Ceratium furca</i> (c).	62
Foto 17.	<i>Prorocentrum mexicanum</i> (A), <i>P. lima</i> (B) y <i>P.concavum</i> (C).	63
Foto 18.	<i>Chattonella marina</i> (C-D), <i>C.cf ovata</i> (E-F); Quistes temporales de <i>C. marina</i> (scala=50um) (Cortéz-Altamirano et al., 2006); <i>C. marina</i> en vivo (I-J) y formación de quistes (K).	64

Foto 19. Mortalidad de langosta por deficiencia de oxígeno al decaer el bloom de <i>Ceratium furca</i> (A); mortalidad de peces causada por la alta biomasa de <i>Ceratium furca</i> y <i>Prorocentrum micans</i> (B), en la costa sur oeste de Africa (desde Kudela et al., 2005).	67
---	----

ANEXO 1
LISTADO DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Organismos vectores de toxinas, síntomas y algunos tratamientos en enfermedades humanas expuestas a toxinas marinas micro-algales (Beaker et al., 2004)	120
Tabla 2: Algunos géneros del plancton que han causado problemas en aguas Costeras	121
Tabla 3: Tipos de venenos relacionados a las bio-toxinas algales	122
Tabla 4: Registro de mareas rojas entre 1968 y 2009 en Ecuador	123
Tabla 5: Listado de especies causantes de mareas rojas entre 1968 y 2009 en Ecuador	130
Tabla 6: Listado de especies causantes de mareas rojas entre 1968 y 2009 en el Golfo de Guayaquil y Península de Santa Elena (sur de Ecuador)	131
Tabla 7. Listado de especies causantes de mareas rojas entre 1968 y 2009 en la zona costera de Manabí	132
Tabla 8. Listado de especies causantes de mareas rojas entre 1968 y 2009 en la zona costera de Esmeraldas	132
Tabla 9. Listado de especies causantes de mareas rojas entre 1968 y 2009 en Galápagos	132
Tabla 10. Especies con mayor densidad celular que causaron mareas rojas	132

ANEXO 2

LISTADO DE ESPECIES QUE FORMAN MAREAS ROJAS

	Pág.
PLATE 1: GYMNODINIALES	134
<i>Amphidinium operculatum</i> Claparede et Lachmann	
<i>Amphidinium klebsii</i> Taylor	
<i>Cochlodinium polykrikoides</i> Margalef WESTPAC-HAB-T00014	
PLATE 2: GYMNODINIALES	135
<i>Gymnodinium catenatum</i> Graham	
<i>Gymnodinium brevis</i> = <i>Karenia brevis</i>	
<i>Gymnodinium mikimotoi</i> = <i>Karenia mikimotoi</i>	
<i>Gymnodinium pulchellum</i>	
PLATE 3: GYMNODINIALES	136
<i>Gymnodinium sanguineum</i>	
<i>Gymnodinium</i> sp. <i>Gymnodinium instriatum</i> <i>Karlodinium micrum</i>	
<i>Gymnodinium estuariale</i>	
PLATE 4: GYMNODINIALES	137
<i>Gyrodinium impudicum</i> Fraga et Bravo	
<i>Gyrodinium instriatum</i> Freudenthal et Lee	
<i>Gyrodinium viridescens</i> Kofoed et Swezy	
PLATE 5: GYMNODINIALES	138
<i>Scrippsiella trochoidea</i>	
<i>Noctiluca scintillans</i> (Ehrenberg) Macartney	
<i>Heterocapsa triquetra</i> , <i>Peridinium polonicum</i>	
PLATE 6: PERIDINIALES	138
<i>Alexandrium tamarense</i>	
<i>Alexandrium catenella</i>	
PLATE 7: GONYAULACALES	139
<i>Alexandrium affine</i>	
<i>Alexandrium fraterculus</i>	
PLATE 8: GONYAULACALES	140
<i>Alexandrium tamivavanichii</i>	
<i>Alexandrium tamiyavanichii</i> (Balech) Balech WESTPAC-HAB-T00029	
PLATE 9: GONYAULACALES	141
<i>Alexandrium pseudogonyaulax</i>	
<i>Alexandrium minutum</i>	
PLATE 10: GONYAULACALES	142
<i>Alexandrium tamarense</i>	
<i>Alexandrium tamarense</i> (Lebour) Balech WESTPAC-HAB-T0008	
PLATE 11: GONYAULACALES	143
<i>Alexandrium compressum</i>	
<i>Alexandrium catenella</i>	
PLATE 12: GONYAULACALES	144
<i>Pyrodinium bahamense</i> var. <i>compressum</i> (Bohm) Steidinger, Tester et Taylor	
WESTPAC-HAB-T0005	
<i>Gonyaulax spinifer</i>	
<i>Lingulodinium polyedrum</i>	
PLATE 14: PYRIDINIALES	145
<i>Gambiardiscus toxicus</i>	
<i>Ostreopsis lenticularis</i>	
<i>Ostreopsis ovata</i>	
<i>Coelia monotis</i>	
<i>Ceratium furca</i> , <i>C. tripos</i> , <i>Ceratium trichoceros</i> , <i>C. fusus</i>	

<i>Oxyrrhis marina</i> Dujardin	
PLATE 15: PROROCENTRALES	147
<i>Prorocentrum micans</i> Ehrenberg WESTPAC-HAB-T0001	
<i>Prorocentrum sigmoides</i> Bohn WESTPAC-HAB-T00026	
<i>Prorocentrum sigmoides</i>	
<i>Prorocentrum dentatum</i> Stein	
PLATE 16: PROROCENTRALES	148
<i>Prorocentrum concavum</i> Fukuyo WESTPAC-HAB-T00011	
<i>Prorocentrum minutum</i> (Pavillard) Shiller WESTPAC-HAB-T00027	
<i>Prorocentrum lima</i> (Ehrenberg) Dodge WESTPAC-HAB-T0009	
<i>Prorocentrum mexicanum</i> Tafall WESTPAC-HAB-T00013	
PLATE 17: DINOPHYSALES	149
<i>Dinophysis mitra</i> (Shutt) Abe WESTPAC-HAB-T00019	
<i>Dinophysis acuminata</i>	
<i>D. mitra</i> , <i>D. forti</i> , <i>D. caudata</i>	
PLATE 18: RAPHYDOPHYTES	150
<i>Chattonella marina</i> (Subrahmanyam) Hara et Chihara	
<i>Chattonella antiqua</i> (Hara) Ono	
PLATE 19: CYANOBACTERIAS	151
<i>Anabaena circinalis</i> Rabenhorst	
<i>Nodularia spumigena</i>	

ABREVIATURAS

ANCA Algas Nocivas en el Caribe y regiones adyacentes

AOAC	<i>Official methods of Analysis: Paralytic Shellfish Poisoning</i> (Método oficial para análisis de PSP)
APG	Autoridad Portuaria de Guayaquil
ASP	<i>Amnesic Shellfish Poisoning</i> (Veneno Amnésico de marisco)
AZA	Azaspiracido
AZP	<i>Azaspiracid poisoning</i> (Veneno Azaspiracido)
CAAN	Comisión Asesora Ambiental Nacional
CENAIM	Centro Nacional de Investigaciones marinas
CEMA	Centro de Estudios del Medio Ambiente
COI	Comisión Oceanográfica intergubernamental
CONVEMAR	Convención de las Naciones unidas sobre el derecho del mar
CDB	Convenio de Diversidad Biológica
CFP:	<i>Ciguatera fish Poisoning</i> (veneno ciguatérico)
CIEM	Consejo Internacional para la Exploración del Mar
DSP	<i>Diarrhetic Shellfish Poisoning</i> (Veneno Diarreico de Marisco)
DTX	Dinophysistoxina
ECOHAB	<i>Ecology and Oceanography of Harmful Algal Blooms</i> (Ecología y Oceanografía de blooms de algas nocivas)
EDC	<i>Enviromental Development Company</i>
ENSO	<i>El Niño Southern Oscillation</i> (El Niño Oscilación del Sur)
ENOS	El Niño Oscilacion Sur
EPA	Agencia de Estados Unidos para la Protección del Ambiente
EUROHAB	<i>European Harmful Algal Bloom Program</i>
FAN	Floraciones de Algas Nocivas
FANSA	Floraciones Algales de Sudamérica
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i> (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura)
GEF	<i>Global Environment Facility</i> (Facilitador Global Ambiental)

GEOHAB	<i>Global Ecology and oceanography of Harmful Algal Blooms</i>
GLOBEC	<i>Global Ocean Ecosystem Dynamics project</i> (Programa Dinámica de los Ecosistemas Oceánicos Mundiales)
GOOS	<i>Global Ocean Observing System</i> (Sistema Mundial de Observación de los Océanos)
GTX	<i>Gonyautoxinas</i>
HAB	<i>Harmful Algae Bloom</i> (Bloom de algas nocivas)
HAB-MAP	Mapa del Bloom de algas nocivas
HABWATCH	Real-time coastal Observing Systems for Ecosystems Dynamics and Harmful Algal Blooms
HABSOS	Harmful Algal Blooms Observing System
HABHRCA	<i>Harmful Algal Bloom and Hypoxia Research and Control Act</i>
HAE-DAT	<i>Harmful Algae Event Data Base</i>
HANA	<i>Harmful Algae in North Africa</i>
HARRNESS	Harmful Algal research and Response A National Environmental Science Strategy 2005-2015
ICES	<i>International Council for the Exploration of the Sea</i>
IMO	<i>International Maritime Organization</i>
INP	Instituto Nacional de Pesca
INOCAR	Instituto Oceanográfico de la Armada
IOC-HABDIR	Internacional Directorio de expertos en Algas nocivas y sus efectos en pesquerías y salud pública.
IPHAB	<i>Intergovernmental Panel on Harmful Algae Bloom</i>
ISSHA	<i>International Society for the study o Harmful Algae</i> (Sociedad Internacional para el estudio de Algas Nocivas)
MAE	Ministerio del Ambiente
MERHAB	<i>Monitoring and Event Response Harmful Algae Bloom</i>
MR	Marea roja
NOAA	<i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i>

NSP	<i>Neurotoxic Shellfish Poisoning</i>
OA	<i>Okadaico Acid</i>
OMS	Organización Mundial de la Salud
PAN	Proliferaciones de Algas Nocivas
PATRA	Proyecto de Asistencia Técnica y Rehabilitación Ambiental en el Ecuador.
PICES	<i>Pacific International Council for the Exploration of the Sea</i>
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PMRC	Programa de Manejo de Recursos Pesqueros
POGO	<i>Partnership for Observation of the Global Oceans</i>
PSP	<i>Paralytic Shellfish Poisoning</i>
PbTx	Brevetoxinas
PTX	Pectenotoxinas
SCCHA	<i>Science and Communication Centre's on Harmful Algae</i>
SCOR	<i>Scientific Committee of Oceanic Research</i> (Comité Científico de Investigaciones Oceánicas)
STX	Saxitoxina
TSM	Temperatura superficial del mar
UNCLOS	Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (1982)
UNESCO	United Nations Educational Scientific and Cultural Organization
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
VAM	Veneno Amnésico de Marisco
VDM	Veneno Diarreico de Marisco
VPM	Veneno Paralizante de Marisco
VNM	Veneno Neurotóxico de Marisco
WGHABD	<i>ICES-IOC Working Group on Harmful Algae Bloom Dynamics</i>
WESTPAC/HAB	<i>IOC.Sub-Commission for the Western Pacific/Harmful Algal Bloom</i>

EVENTOS DE MAREAS ROJAS: ESTRATEGIAS DE MANEJO PREVENTIVAS EN ECUADOR

RESUMEN

Se realizó un análisis retrospectivo de la información existente sobre mareas rojas en el área marina costera e insular del Ecuador comprendidos entre 1968 y 2009, con el propósito de ubicar áreas y épocas de mayor ocurrencia, las especies causantes de estos eventos y los registros de mortalidad de organismos. Los resultados evidenciaron 131 eventos de marea roja. Los años de mayor ocurrencia fueron en 1985 (Estero Salado), 2001 (área central costera) y 2003 (Puná y costas de El Oro), posiblemente en respuesta a condiciones oceanográficas locales; no todas las mareas rojas necesariamente coincidieron con los eventos El Niño o La Niña. Los meses de mayor ocurrencia de mareas rojas fueron marzo abril, y mayo, aunque estos también se

evidenciaron en todos los meses del año, coincidentes con la época cálida (mayor radiación solar) y mayo es un mes de transición estacional. La mayor ocurrencia se localizó en el Golfo de Guayaquil (80%), principalmente en los canales internos (Estero Salado y Río Guayas), sector de Puná y frente al borde costero de El Oro que se relacionan con áreas de mayor uso antrópico. Se identificaron treinta y siete especies causantes de mareas rojas, siendo la clase Dinophyceae la más relevante con veintiocho especies de dinoflagelados, seguidos por Cyanophyceae, Bacillariophyceae (tres especies), Raphidophyceae (dos especies) y un Ciliado. El Golfo de Guayaquil fue el sitio de mayor número de especies. *Mesodinium rubrum* fue el ciliado con mayor número de mareas rojas seguidos por *Gymnodinium sp.*, *Noctiluca scintillans* y *Cochlodinium catenatum*. En abril y mayo se registró la mayor densidad celular. Solo veintiséis eventos se relacionaron con mortalidad de organismos (peces, camarón y larvas de camarón) estos ocurrieron principalmente en el Golfo y no han tenido una explicación científica que permita conocer cual fue la causa. Estos resultados establecen la necesidad de una propuesta de estrategias en el manejo integrado de la prevención, control y vigilancia a futuros eventos de mareas rojas y a sus impactos.

Palabras Claves: marea roja, microalgas, fitoplancton, Bloom algal, dinoflagelados bio-toxina.

EVENTS OF RED TIDES: PREVENTIVE STRATEGIES OF MANAGEMENT IN ECUADOR

ABSTRACT

A retrospective analysis of the existing information was made on red tides, happened in understood the coastal and insular marine area of Ecuador between 1968 and 2009, in order to locate aerial geographic of main impact, times of the occurrence, species producing causes of these events and the registries of mortality of organisms. The results demonstrated 131 events of red tide in which 26 events of mortality of organisms were included. The years of greater occurrence were in 1985 (Estero Salado), 2001 (coastal central area) and 2003 (Puná island and coasts of El Oro), possibly in answer to local oceanographic conditions; all the red tides necessarily did not agree with the El Niño or La Niña events. The months of main occurrence were in March, April,

and May, although these also were demonstrated in every month of the year, coincident with the warm time (main solar radiation) and May is a seasonal transition month. The aerial geographic of the most occurrence was located in the Gulf of Guayaquil (80%), mainly in the internal channels (Estero Salado and Guayas River), near of Puná island and in front of the El Oro Province, sites that are related to areas of greatest anthropogenic use. Thirty and seven species were identified cause of red tides, being the Dinophyceae class with twenty-eight species of dinoflagellates, followed by Cyanophyceae, Bacillariophyceae (three species), Raphidophyceae (two species) and one Ciliate. The Gulf of Guayaquil it was the site that had of most number of species. *Mesodinium rubrum* was the dominant taxon with highest number of red tides, followed by *Gymnodinium sp.*, *Noctiluca scintillans* and *Cochlodinium catenatum*. The months with greater cellular density were in April and May, only the twenty-six events were related to mortality of organisms (fish, shrimp and larvae of shrimp) and these happened in the Gulf mainly; this not had a scientific explication, because any environmental authority at the present as it was the cause. These results establish the necessity of actions anticipated by means of a strategies proposal in the integrated management of the prevention, control and monitoring to future events of red tides and their impacts.

Key words: Red tide, microalgae, phytoplankton, algal bloom, dinoflagellate, bio-toxin.