



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Dirección General de Estudios de Posgrado
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y
Geográfica
Unidad de Posgrado

**Evaluación del fitoplancton como un mecanismo
preventivo a la ocurrencia de bloom algal frente a las
costas de Esmeraldas, Manta, La Libertad y Puerto
Bolívar en Ecuador 2013- 2015**

TESIS

Para optar el Grado Académico de Doctora en Ciencias
Ambientales

AUTOR

Gladys Marlene TORRES CHUQUIMARCA

ASESOR

Oscar Rafael TINOCO GÓMEZ

Lima, Perú

2017



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Torres, G. (2017). *Evaluación del fitoplancton como un mecanismo preventivo a la ocurrencia de bloom algal frente a las costas de Esmeraldas, Manta, La Libertad y Puerto Bolívar en Ecuador 2013- 2015*. [Tesis de doctorado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Unidad de Posgrado]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMERICA)
**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y
GEOGRÁFICA**

UNIDAD DE POSGRADO
«Año del buen servicio al ciudadano»

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

SUSTENTACIÓN PÚBLICA



En la Universidad Nacional Mayor de San Marcos – Lima, a los diecisiete días del mes de julio del 2017, siendo las 17:30 horas, se reúnen los suscritos miembros del JURADO EXAMINADOR DE TESIS, nombrado mediante Dictamen N.º 415/UPG-FIGMMG/2017 del 11 de julio de 2017, con la finalidad de evaluar la sustentación oral de la siguiente tesis:

TITULO

«EVALUACIÓN DEL FITOPLANCTON COMO UN MECANISMO PREVENTIVO A LA OCURRENCIA DE BLOOM ALGAL FRENTE A LAS COSTAS DE ESMERALDAS, MANTA, LA LIBERTAD Y PUERTO BOLIVAR EN ECUADOR 2013 - 2015»

Que, presenta la **MG. GLADYS MARLENE TORRES CHUQUIMARCA**, para optar el **GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS AMBIENTALES**.

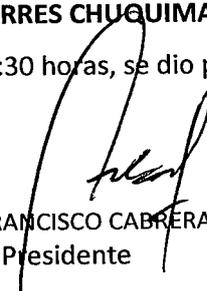
El secretario del Jurado Examinador de la Tesis, analiza el expediente 07614-FIGMMG-2014 del 23 de octubre del 2014, en el marco legal y Estatutario de la Ley Universitaria, acreditando que tiene todos los documentos y cumplió con las etapas de la Directiva para el procedimiento de la elaboración de la tesis para la obtención del Grado de Magister o Doctor (Aprobado por Resolución Directoral 080.EPG.2010).

Luego de la Sustentación de la Tesis, los miembros del Jurado Examinador procedieron a aplicar la escala descrita en el Art. 61 del precitado Reglamento, correspondiéndole al graduando la siguiente calificación:

MUY BUENO (17)

Habiendo sido aprobada la sustentación de la tesis, el Presidente recomienda a la Facultad se le otorgue el **GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR EN CIENCIAS AMBIENTALES** a la **MG. GLADYS MARLENE TORRES CHUQUIMARCA**.

Siendo las 18:30 horas, se dio por concluido al acto académico.


DR. CARLOS FRANCISCO CABRERA CARRANZA
Presidente


DR. MARCO ANTONIO ESPINO SÁNCHEZ
Secretario


DR. JORGE LARRY TAM MÁLAGA
Miembro


DRA. SARA ROSA GUADALUPE SÁNCHEZ RIVAS
Miembro


DR. OSCAR RAFAEL TINOCO GÓMEZ
Asesor

DEDICATORIA

Dios, creador de todo lo existente y el que permitió que este esfuerzo llegue a buen término...

A mi familia

A mi Madre, mujer llena de virtudes y una de las artífices de lo que he llegado a ser.

A mi esposo, apoyo y compañero leal en esta ardua tarea de crear y guiar a nuestra familia en esta hermosa aventura que decidimos iniciar.

A mis hijos Jorge, Eder y Nanny, pilares fundamentales de nuestro hogar.

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi agradecimiento al Señor Director Humberto Gómez y Jefes del Departamento de Oceanografía Naval Mar Willington Renteria y Edwin Pinto, del Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador, por la información de datos y las facilidades brindadas para la realización de esta investigación correspondiente al Objetivo 1 del Proyecto “Sistema de Alerta Oceánica entre SENESCYT-INOCAR.

A los profesores académicos y asesores de esta investigación de tesis de la Universidad Nacional Mayor San Marcos, por sus sugerencias, revisiones en la estructura y diseño de esta investigación.

Al Dr. Luis Troccoli por su asesoramiento en la especialidad de Ecología del fitoplancton y el uso de las herramientas de multivariados.

A los revisores asignados Marco Espino y Dr. Jorge Tam, por sus sugerencias en la investigación y dirección de la tesis.

A Mercy Borbor, Richard Narea, Sonia Recalde, Gabriel Mantilla, Beatriz Pernia, Alicia Álvarez, Jerry Landivar, Maritza Cárdenas, Raúl Zambrano, que dieron su contribución en algunos componentes técnicas de la tesis.

A la unidad de Postgrado de la Universidad San Marcos por la publicación de el artículo en su revista RIGEO.

A los organizadores de World Aquaculture Society Meetings-LACQUA - 2016-Lima-Perú por aceptar la conferencia de una de las componentes de la tesis.

PRESENTACIÓN

El tipo de investigación es observacional debido a que los datos fueron obtenidos en muestras colectadas en 4 puntos geográficos costeros del Ecuador, influenciados por la variabilidad de las condiciones oceanográficas locales y regionales. La investigación es longitudinal, el tema a desarrollarse tiene parámetros ambientales y biológicos del fitoplancton (variables) que fueron medidas mensualmente por un periodo de 34 meses desde febrero 2013 a diciembre 2015, con el objetivo de interrelacionarlos y ampliar el conocimiento de las variables ambientales que incrementan el fitoplancton, como medio preventivos frente a futuros riesgos de causar “bloom” algales. Datos que forman parte del monitoreo a largo plazo del Proyecto del “Estudio de El Niño” que ejecuta el Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), resultados que participa Ecuador en el Marco del Proyecto Regional del Pacífico Sudeste en el Estudio de El Niño (ERFEN).

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1. Situación problemática:	1
1.2. Formulación del Problema	5
1.2.1. Problema general	5
1.2.2. Problemas Específicos	5
1.3. Justificación teórica	6
1.4. Justificación práctica	7
1.5. Objetivos.....	8
1.5.1. Objetivo General.....	8
1.5.2. Objetivos específicos	8
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. Marco Filosófico o epistemológico de la investigación	9
2.2. Antecedentes de Investigación	11
2.3. Bases Teóricas	15
2.4. Marco conceptual	24
2.5. Identificación de variables.....	31
2.6. Operacionalización de variables	31
2.7. Matriz de Consistencia	32
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	33

3.1. Tipo y Diseño de Investigación	33
3.2. Unidad de análisis.....	34
3.3. Población de estudio.....	34
3.4. Tamaño de muestra.....	35
3.5. Selección de muestra	35
3.6. Técnicas de recolección de Datos.....	37
Variables Ambientales	39
Variables del Fitoplancton:	41
3.7. Análisis e interpretación de la información.....	42
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
4.1. Análisis, interpretación y discusión de resultados.....	45
4.1.1 Variabilidad espacio-temporal ambiental - oceanográfica	45
4.1.2 Variabilidad Espacio-temporal del Fitoplancton	65
4.1.2.1. Composición taxonómica del Fitoplancton	74
4.1.2.2. Abundancia relativa del Fitoplancton.....	77
4.1.2.3. Índice de Diversidad Shannon y Equidad.....	83
4.1.2.4. Distribución de especies abundantes y su relación con los sitios de investigación	88
4.1.3 Relación del Fitoplancton con los parámetros ambientales.....	93
4.1.4 Principales especies del Fitoplancton que puedan generar “blooms” algales y sus riesgos a la Maricultura y al llenado de tanques de agua de lastre	108
4.2. Hipótesis	117
4.2.1. Hipótesis general	117
4.2.2. Hipótesis específicas.....	117
4.2.3. Pruebas de hipótesis.....	118
CAPÍTULO V: IMPACTOS	120
5.1. Plan de Gestión Ambiental frente a la ocurrencia de bloom algal en el área de estudio.....	120

CONCLUSIONES	125
RECOMENDACIONES	127
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	129
ANEXOS	136
ANEXO 1: Matriz de consistencia.....	137
ANEXO 2: Cuadros análisis descriptivos ambientales en Esmeraldas, Manta, La Libertad y Puerto Bolívar, durante el 2013 al 2015; se incluye pruebas de normalidad.	139
ANEXO 3: Cuadros 6. Lista de especies del fitoplancton registradas en áreas costeras frente a Esmeraldas, Manta, La Libertad y Puerto Bolívar, durante el 2013 al 2015.	144
ANEXO 4: Principales especies (>2%) en Esmeraldas, Manta, La Libertad y Puerto Bolívar por profundidad.	149
ANEXO 5: Principales especies (>3%) en Esmeraldas, Manta, La Libertad y Puerto Bolívar, por épocas estacionales.....	153
ANEXO 6: Principales especies abundantes en 4 sitios (0, 10, 20, 30m)	158
ANEXO 7: Correlaciones Spearman en variables ambientales y biológicas de Esmeraldas en tres profundidades; los números sombreados tienen correlación.	169
ANEXO 8: Correlaciones Cruzadas en Esmeraldas (0 y 10m).....	173
ANEXO 9: Dendrogramas del fitoplancton superficial	177
ANEXO 10: Pruebas de Hipótesis por sitios para Diatomeas céntricas en tres niveles de profundidad en tres años 2013 al 2015.....	181
ANEXO 11: Pruebas del análisis de Componentes principales por sitios para fitoplancton (grupos funcionales y especies) con las variables ambientales agrupados en tres profundidades y por años (2013 al 2015).....	184

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Área de estudio frente a Esmeraldas, Manta, La Libertad y Puerto Bolívar; y sus condiciones oceanográficas regionales. Fuente: (Torres, 2017).....	2
Figura 2. Esquema de la importancia del fitoplancton en la calidad ambiental acuática frente a diversas actividades antrópicas. Fuente: (Torres, 2012).....	2
Figura 3. Esquema de las variables ambientales y especies del fitoplancton que pueden causar “bloom” algal (mareas rojas) y su importancia en algunas actividades antrópicas. Fuente: (Torres, 2017).	4
Figura 4. Esquema de Clasificación de floraciones algales. Fuente: Tam (2017, com. pers.).	18
Figura 5. Costa del Ecuador, áreas marinas prioritarias para la Conservación (A) y zonas costeras para la maricultura. Fuente: (Sullivan y Bustamante 1999; MAGAP, 2016).	36
Figura 6. Ubicación geográfica de los 4 sitios de estudio frente a la costa ecuatoriana. Fuente: (Torres, 2017).	38
Figura 7. Distribución mensual de Temperatura y su variabilidad en 4 sitios durante el 2013 y 2015.	46
Figura 8. Distribución del promedio y error estándar mensual de temperatura; su respectiva variabilidad estacional en época húmeda (EH) y en época seca (ES), en 4 sitios durante el 2013 y 2015. Fuente: (Torres, 2017)	47
Figura 9. Distribución mensual de salinidad y su variabilidad, en 4 sitios durante el 2013 y 2015.	49
Figura 10. Distribución del promedio y error estándar mensual de salinidad; su respectiva variabilidad estacional en época húmeda (EH) y en época seca (ES), en 4 sitios durante el 2013 y 2015. Fuente: (Torres, 2017)	50
Figura 11. Distribución mensual de oxígeno disuelto y su variabilidad, en 4 sitios durante el 2013 y 2015. Fuente: (Torres, 2017)	52

Figura 12. Distribución del promedio y error estándar mensual de oxígeno disuelto; su respectiva variabilidad estacional en época húmeda (EH) y en época seca (ES), en 4 sitios durante el 2013 y 2015. Fuente: (Torres, 2017)	53
Figura 13. Distribución mensual de nitrato y su variabilidad, en 4 sitios durante el 2013 y 2015.	55
Figura 14. Distribución del promedio y error estándar mensual de nitrato; su respectiva variabilidad estacional en época húmeda (EH) y en época seca (ES), en 4 sitios durante el 2013 y 2015. Fuente: (Torres, 2017)	56
Figura 15. Distribución mensual de fosfato y su variabilidad, en 4 sitios durante el 2013 y 2015.	57
Figura 16. Distribución del promedio y error estándar mensual de fosfato; su respectiva variabilidad estacional en época húmeda (EH) y en época seca (ES), en 4 sitios durante el 2013 y 2015. Fuente: (Torres, 2017)	58
Figura 17. Distribución mensual de silicato y su variabilidad, en 4 sitios durante el 2013 y 2015.	59
Figura 18. Distribución del promedio y error estándar mensual de silicato; su respectiva variabilidad estacional en época húmeda (EH) y en época seca (ES), en 4 sitios durante el 2013 y 2015. Fuente: (Torres, 2017)	61
Figura 19. Distribución mensual de nitrito y su variabilidad, en 4 sitios durante el 2013 y 2015.	62
Figura 20. Distribución del promedio y error estándar mensual de nitrito; su respectiva variabilidad estacional en época húmeda (EH) y en época seca (ES), en 4 sitios durante el 2013 y 2015. Fuente: (Torres, 2017)	63
Figura 21. Distribución espacio temporal del fitoplancton (log cel/l), en 4 sitios durante el 2013 y 2015.	65
Figura 22. Distribución del promedio y error estándar mensual del fitoplancton; su respectiva variabilidad estacional en época húmeda (EH) y en época seca (ES), en 4 sitios durante el 2013 y 2015. Fuente: (Torres, 2017)	66
Figura 23. Distribución del promedio y error estándar mensual de diatomeas céntricas fitoplancton; su respectiva variabilidad estacional en época húmeda (EH) y en época seca (ES), en 4 sitios durante el 2013 y 2015. Fuente: (Torres, 2017)	68

Figura 24. Distribución del promedio y error estándar mensual de diatomeas pennadas fitoplancton; su respectiva variabilidad estacional en época húmeda (EH) y en época seca (ES), en 4 sitios durante el 2013 y 2015. Fuente: (Torres, 2017)	69
Figura 25. Distribución del promedio y error estándar mensual de dinoflagelados; su respectiva variabilidad estacional en época húmeda (EH) y en época seca (ES), en 4 sitios durante 3 y 2015. Fuente: (Torres, 2017)	70
Figura 26. Variabilidad mensual de los principales grupos funcionales del fitoplancton (log cel/l), DC=diatomeas céntricas; DP=Diatomeas pennadas y DIN=dinoflagelados, distribuidos en tres niveles de profundidad en Esmeraldas, durante el 2013 y 2015. Fuente: (Torres, 2017).....	71
Figura 27. Variabilidad mensual de los principales grupos funcionales del fitoplancton (log cel/l), DC=diatomeas céntricas; DP=Diatomeas pennadas y DIN=dinoflagelados, distribuidos en tres niveles de profundidad en Manta, durante el 2013 y 2015. Fuente: (Torres, 2017).....	72
Figura 28. Variabilidad mensual de los principales grupos funcionales del fitoplancton (log cel/l), DC=diatomeas céntricas; DP=Diatomeas pennadas y DIN=dinoflagelados, distribuidos en tres niveles de profundidad en La Libertad, durante el 2013 y 2015. Fuente: (Torres, 2017).....	73
Figura 29. Variabilidad mensual de los principales grupos funcionales del fitoplancton (log cel/l), DC=diatomeas céntricas; DP=Diatomeas pennadas y DIN=dinoflagelados, distribuidos en tres niveles de profundidad en Puerto Bolívar, durante el 2013 y 2015. Fuente: (Torres, 2017).....	74
Figura 30. Número de géneros por grupos funcionales en loa 4 sitios, durante el 2013 y 2015; nombres de los géneros de diatomeas y dinoflagelados Fuente: (Torres, 2017)	75
Figura 31. Número de especies registradas por grupos funcionales en la columna de agua (0 a 75m) en loa 4 sitios, durante el 2013 y 2015. Fuente: (Torres, 2017)	76
Figura 32. Distribución del promedio y error estándar mensual del Índice de Shannon obtenido desde la data del Fitoplancton; su respectiva variabilidad estacional en época húmeda (EH) y en época seca (ES) en Esmeraldas, Manta, La Libertad y Puerto Bolívar, durante el 2013 al 2015. Fuente: (Torres, 2017)	84

Figura 33. Variabilidad mensual del índice de diversidad de Shannon (A) y equidad (B) en 0, 10 y 20m de profundidad en cuatro sitios, durante el 2013 al 2015. Fuente: (Torres, 2017).....	85
Figura 34. Distribución del promedio y error estándar mensual del Índice de Equidad obtenido desde la data del Fitoplancton; su respectiva variabilidad estacional en época húmeda (EH) y en época seca (ES) en Esmeraldas, Manta, La Libertad y Puerto Bolívar, durante el 2013 al 2015. Fuente: (Torres, 2017)	86
Figura 35. Esquema de la posición de la termoclina; variabilidad mensual en la profundidad del inicio de la termoclina en cuatro sitios, durante el 2013 al 2015. Fuente: (Torres, 2017).....	87
Figura 36. Distribución de mayor densidad de <i>D. fragilissimus</i> registradas la columna de agua (0 a 30m) en loa 4 sitios, durante el 2013 y 2015. Fuente: (Torres, 2017)	89
Figura 37. Distribución de mayor densidad de <i>Guinardia striata</i> registradas la columna de agua (0 a 30m) en loa 4 sitios, durante el 2013 y 2015. Fuente: (Torres, 2017)	90
Figura 38. Distribución de mayor densidad de <i>N. longissima</i> registradas la columna de agua (0 a 30m) en loa 4 sitios, durante el 2013 y 2015. Fuente: (Torres, 2017)	91
Figura 39. Distribución de mayor densidad de <i>Skeletonema costatum</i> registradas la columna de agua (0 a 30m) en loa 4 sitios, durante el 2013 y 2015. Fuente: (Torres, 2017).....	92
Ochoa y Tarazona (2003), reportaron mayor variabilidad pasando de valores máximos a mínimos y viceversa entre las 08:00 y 15:00, como fue evidenciada para <i>S. costatum</i> y <i>T. nitzschoides</i> ; además otras especies mostraron una distribución similar a estas dos especies. Las temperaturas fluctuaron entre 15.4 y 17.2°C.	93
Figura 40. Relación de los grupos funcionales del fitoplancton (diatomeas céntricas-pennadas y dinoflagelados) con temperatura, salinidad y oxígeno en los 4 sitios (1=Esmeraldas; 2=Manta; 3=La Libertad; 4= Puerto Bolívar) en todos los niveles de profundidad, durante el 2013 al 2015. Fuente: (Torres, 2017)	94

Figura 41. Relación de los grupos funcionales del fitoplancton (diatomeas céntricas-pennadas y dinoflagelados) con nitrato, fosfato y silicato en los 4 sitios (1=Esmeraldas; 2=Manta; 3=La Libertad; 4= Puerto Bolívar) en todos los niveles de profundidad, durante el 2013 al 2015. Fuente: (Torres, 2017)	95
Figura 42. Correlaciones cruzadas entre los grupos funcionales del fitoplancton con las variables ambientales en superficie y 10m de profundidad en Esmeraldas durante el 2013 al 2015. Fuente: (Torres, 2017)	97
Figura 43. Correlaciones cruzadas entre los grupos funcionales del fitoplancton con las variables ambientales en superficie y 10m de profundidad en Manta durante el 2013 al 2015. Fuente: (Torres, 2017).....	98
Figura 44. Correlaciones cruzadas entre los grupos funcionales del fitoplancton con las variables ambientales en superficie y 10m de profundidad en La Libertad y Puerto Bolívar, durante el 2013 al 2015. Fuente: (Torres, 2017).....	99
Figura 45. Análisis de componentes principales (ACP) de las variables de los componentes del fitoplancton y las variables ambientales en Esmeraldas (A), Manta (B), La Libertad (C) y Puerto Bolívar (B) en todos los niveles de profundidad, durante el 2013 al 2015. Fuente: (Torres, 2017).....	101
Figura 46. Dendrograma sobre la abundancia de fitoplancton superficial en 4 sitios. Fuente: (Torres, 2017)	104
Figura 47. Dendrograma sobre las principales especies del fitoplancton superficial en datos mensuales del 2013 al 2015 en 4 sitios. Fuente: (Torres, 2017)	106
Figura 48. Distribución mensual de superficial de <i>Gymnodinium sp.</i> , <i>Gyrodinium sp.</i> , y <i>M. rubra</i> , en Puerto Bolívar en tres niveles de profundidad durante el 2013 al 2015. Fuente: (Torres, 2017).....	108
Figura 49. Análisis de componentes principales durante los incrementos de <i>Gymnodinium sp.</i> , <i>Gyrodinium sp.</i> , y <i>M. rubra</i> , en Puerto Bolívar, durante el 2013 al 2015. Fuente: (Torres, 2017).....	110
Figura 50. Especies que han causado mareas rojas en Ecuador durante 1965 al 2009. Fuente: Torres,2012	111

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Clases y frecuencias relativas del fitoplancton cuantitativo durante el 2013 al 2015.	77
Cuadro 2. Rangos del fitoplancton cuantitativo durante el 2013 al 2015....	78
Cuadro 3. Variabilidad de especies representativas (2%) por nivel de profundidad (0 a 50m) en Esmeraldas y Manta durante el 2013 al 2015.	79
Cuadro 4. Variabilidad de especies representativas (2%) por nivel de profundidad (0 a 50m) en La Libertad y Puerto Bolívar durante el 2013 al 2015.....	80
Cuadro 5. Principales especies de diatomeas céntricas en los 4 sitios de estudio en los primeros 50m de profundidad, durante el 2013 al 2015 (resumen cuadros 3 y 4): especies Época Húmeda (color rosado), Época seca (color verde), otras especies no evidenciaron preferencia estacional.	81
Cuadro 6. Principales especies de diatomeas pennadas en los 4 sitios de estudio en los primeros 50m de profundidad, profundidad, durante el 2013 al 2015 (resumen cuadros 3 y 4): especies Época Húmeda (color rosado), Época seca (color verde), otras especies no evidenciaron preferencia estacional.	83
Cuadro 7. Coeficiente de correlación de Pearson sobre la abundancia de fitoplancton superficial.....	103
Cuadro 8. Pruebas de Hipótesis para la correlación de Pearson sobre la abundancia de fitoplancton superficial en datos mensuales del 2013 al 2015. Fuente Gladys Torres 2016	103
Cuadro 9. Resumen de la hidrozona superficial de las variables ambientales con sus respectivos promedios de datos mensuales del 2013 al 2015. Fuente Gladys Torres 2017	107
Cuadro 10. Registro de grupos funcionales y especies del fitoplancton que han causado daños a la maricultura en otros países. Fuente Gladys Torres 2016 ...	112
Cuadro 11. Registro especies que han causado daños a la maricultura en otros países. Fuente Gladys Torres 2017	114

Cuadro 12. Estrategias y objetivos para un Plan de Gestión Ambiental-Oceanográfico. Fuente GEOHAB 2017.....	121
Cuadro 13. Estrategias y Acciones para un Plan de Gestión Ambiental en Ecuador adaptado desde GEOHAB. Fuente Torres, 2012.....	121
Cuadro 14. Acciones preventivas para el diseño de un Plan de Gestión Ambiental en Ecuador. Fuente Torres, 2012.	122
Cuadro 15. Recursos que necesitan priorizarse a los impactos de blooms algales en el diseño de un Plan de Gestión Ambiental en Ecuador. Fuente Torres, 2012.	124

RESUMEN

El fitoplancton es la base de la cadena alimenticia de todo ecosistema acuático (marino, estuario, agua dulce), siendo prioritario monitorear la composición y abundancia de especies, como un elemento de la calidad del agua en estudios ambientales, ecológicos, oceanográficos y sanitarios. Se efectuaron monitoreos mensuales del fitoplancton y variables ambientales superficial y subsuperficial durante el 2013 al 2015, en 4 sitios costeros a 10 millas frente a Esmeraldas, Manta, La Libertad y Puerto Bolívar, aplicando metodologías estandarizadas. Los resultados de las variables ambientales presentaron diferencias significativas con mayor amplitud de variabilidad mensual se reflejó en la época húmeda de los 3 años, relacionadas por las condiciones hidrográficas específicas de cada lugar. El año 2015 registró aguas más cálidas por desarrollo del evento El Niño 2015-2016. El fitoplancton registró 215 especies con un total de 64 géneros, que correspondieron principalmente a diatomeas céntricas-pennadas y escasos dinoflagelados. Se estableció rangos de abundancia, con escasos registros de máximas concentraciones en condiciones de agotamiento de nitrato y fosfato. Las dos componentes principales de las variables explicaron entre un 69 a 71% de la variabilidad de todos los datos, lo que implica que otras variables están ejerciendo en el funcionamiento de la dinámica del fitoplancton. Las variables evidenciaron un óptimo nivel de conservación del ecosistema marino costero, con excepción del oxígeno y algunas especies registradas que pueden generar mareas rojas, cuando se cumplan las condiciones para ello, lo que ha evidenciado escasos riesgos en sitios cercanos a la ruta de tráfico marítimo e inicios de la maricultura.

Palabras claves: fitoplancton, ecología marina, mareas rojas, maricultura, gestión costera

ABSTRACT

Phytoplankton is the basis of the food chain of all aquatic ecosystems (marine, estuarine, freshwater). Priority is to monitor the composition and abundance of species as an element of water quality in environmental, ecological, oceanographic and sanitary studies. Monthly monitoring of phytoplankton and surface and subsurface environmental variables were carried out during 2013 to 2015, in four coastal sites ten miles away from Esmeraldas, Manta, La Libertad and Puerto Bolívar, applying standardized methodologies. The results of the environmental variables presented significant differences with greater amplitude of monthly variability and it was reflected in the three-year humid season, related by the hydrographic conditions specific to each place. The year 2015 registered warmer waters due to the El Niño 2015-2016. Phytoplankton registered 215 species with a total of 64 genera, which corresponded mainly to centric-pennate diatoms and few dinoflagellates. Abundance ranges were established, with few records of maximum concentrations under conditions of nitrate and phosphate depletion. The two main components of the variables revealed between 69% to 71% of the variability of all data, which implies that other variables are exerting on the phytoplankton dynamics. The variables showed an optimum level of conservation of the coastal marine ecosystem, with the exception of oxygen and some recorded species that can generate red tides, when the conditions for this are fulfilled, which has evidenced few risks in sites near the maritime traffic route and beginnings of mariculture.

Keywords: phytoplankton, marine ecology, red tides, mariculture, coastal management.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Situación problemática:

Para el desarrollo de esta investigación se han seleccionado 4 sitios, ubicados a 10 millas de la costa frente a Esmeraldas, Manta, La Libertad, Puerto Bolívar. Esmeraldas y Puerto Bolívar tienen en sus cercanías influencia de aguas del estuario del río Esmeraldas y del Golfo de Guayaquil respectivamente; en cambio Manta y La Libertad tienen influencias oceánicas. Las condiciones oceanográficas locales son influenciadas por un sistema de Corriente fría del Sur (Humboldt) y cálida del norte, formando un Frente Ecuatorial (Figura 1); con dos épocas estacionales (húmeda y seca). Sitios que coinciden en la ruta del tráfico marítimo comercial y petrolero; así como recientes concesiones a la maricultura (cercana a Manta), así como ruta de las ballenas y áreas marinas protegidas.

Las áreas costeras del Pacífico Sudeste, son altamente vulnerables a los efectos interanuales de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) que tiene influencia decisiva en la dinámica costera y su variabilidad local. ENOS produce grandes cambios en el ecosistema marino y juega un importante papel en la dinámica biológica de los recursos hidrobiológicos en el Pacífico Sudoriental (Grant y Flores, 2016).

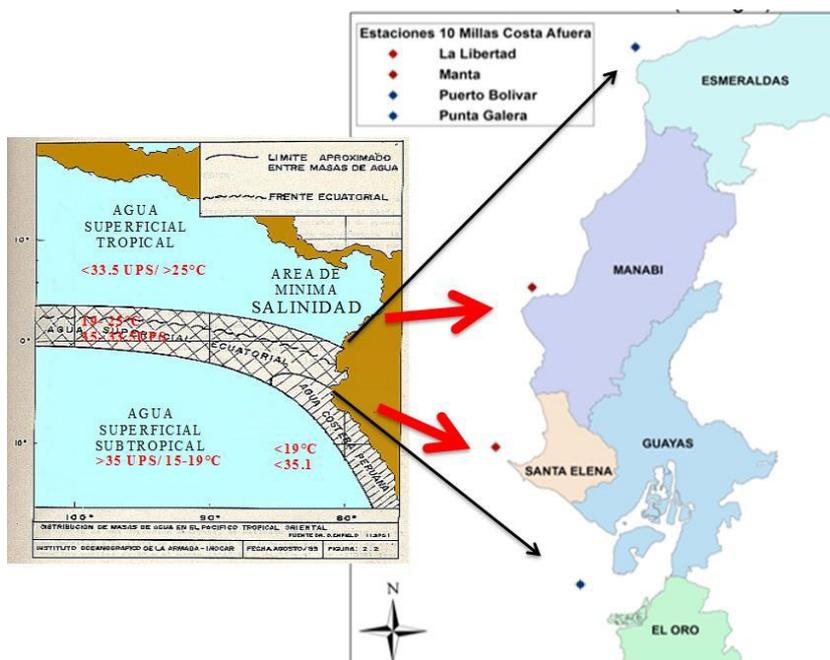


Figura 1. Área de estudio frente a Esmeraldas, Manta, La Libertad y Puerto Bolívar; y sus condiciones oceanográficas regionales. **Fuente:** (Torres, 2017)

El fitoplancton es la base de la cadena alimenticia de todo ecosistema acuático (marino, estuario, agua dulce), no tiene movimiento propio, tiene rápida reproducción (energía solar y energía química), puede ser afectado por diferentes procesos hidrográficos (Frente Ecuatorial, afloramientos costeros) y diversas actividades antrópicas (Figura 2).



Figura 2. Esquema de la importancia del fitoplancton en la calidad ambiental acuática frente a diversas actividades antrópicas. **Fuente:** (Torres, 2012)

Es prioritario que la composición y abundancia de especies del fitoplancton sean investigadas como un elemento de la calidad del agua en estudios ambientales, ecológicos, oceanográficos y sanitarios. En el primer Panel Intergubernamental se consideró que el “bloom” de algas nocivas es un problema global con implicaciones regionales y locales (GEOHAB, 2004).

Algunas especies nocivas del fitoplancton causan importantes pérdidas económicas en el sector acuícola y pesquero; inclusive la salud humana por el consumo de peces y moluscos bivalvos (Hallegraeff, 2002). En los Estados Unidos, se estiman las pérdidas anuales en el sector de los cultivos marinos (Anderson et al., 2001). En Chile se ha evidenciado que algunos dinoflagelados (*D.acuta*, *D. acuminata* y *A. catenella*) producen venenos diarreicos y paralizante de mariscos; las diatomeas (*Chaetoceros*, *Rhizosolenia*, *Pseudonitzschia*, *Leptocylindrus*) impactan a la salmonicultura (Cassis et al., 2002). En China, en 1990, la muerte de crustáceos de cultivo (*Penaeus orientalis*) por el dinoflagelado *Noctiluca scintillans*. En Sudáfrica, en 1997, el dinoflagelado *Ceratium fusus*, produjo la muerte de 2000 toneladas de langosta de roca (*Jasus lalandii*) con una pérdida de 50 millones de dólares. El principal vector en la dispersión del especies fitoplanctónicas no nativas es el agua de lastre de los buques (Hallegraeff, 2004).

Los investigaciones han documentado que los dinoflagelados, es uno de los grupos del fitoplancton que contienen especies nocivas que producen bio-tóxicas, poseen estadios de ciclos de vida que les permite sobrevivir en condiciones ecológicas no apropiadas, como es el estado de enquistamiento. La estrategia reproductiva de dinoflagelados permite que de unas pocas células lleguen a producir una floración masiva (Suárez y Guzmán, 2005). Se ha evidenciado incremento de “bloom” algales durante las últimas décadas, las posibles explicaciones varían desde mecanismos naturales como corrientes, por actividades humanas como el agua de lastre de los buques y plásticos flotantes en el mar (Masó et al, 2007).

Los riesgos de la ocurrencia de mareas rojas toxicas a nivel mundial es considerada como una de las prioridades en relación a la seguridad alimentaria por los daños causados en los ecosistemas acuáticos y daños en la salud humana por los riesgos de toxicidad. Se conoce de los problemas que generan los “bloom” de algas en algunos sectores productivos, han causado mortalidad de especies acuáticas como peces y camarones. En el país se tiene registros de mareas rojas, pero las autoridades aún no tienen una orientación del nivel de la problemática, no consta dentro de las normas de control fitosanitaria ni ordenanzas costeras.

Desarrollar bases teóricas-científicas son necesarias para conocer la variabilidad de especies del fitoplancton (que puedan provocar dominancia de una especie y que puedan relacionarse con especies que han causado mareas rojas, así como su dependencia con las variables ambientales (temperatura, nitrato, fosfato, silicato, nitrito y oxígeno (superficial y subsuperficial) en 4 sitios estratégicos frente a la costa ecuatoriana, a fin de reforzar la necesidad normativas que sean implementadas en el Plan de Manejo Integrado frente a posibles riesgos biológicos, que puedan afectar a la maricultura y al agua de lastre que toman los buques de tráfico marítimo en el margen costero (Figura 3).



Figura 3. Esquema de las variables ambientales y especies del fitoplancton que pueden causar “bloom” algal (mareas rojas) y su importancia en algunas actividades antrópicas. **Fuente:** (Torres, 2017).

Esta investigación contribuirá a la evaluación del fitoplancton (línea base biológica) y su relación con las variables ambientales (línea base físico-química), en cuatro áreas costeras (10 millas) con datos mensuales durante el 2013 al 2015. Los sitios de estudio están próximos a áreas marinas protegidas de la costa ecuatoriana. Uno de los problemas abordados, es la carencia de datos continuos del estado de salud de los ecosistemas marinos costeros a escala nacional, información necesaria a fin de evidenciar cambios oceanográficos y/o antrópicos, reducción de servicios ecológicos-ecosistémicos, que permitan evaluar la conservación de la biodiversidad marina y el cambio climático.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema general

¿La variabilidad de las condiciones oceanográficas pueden generar un incremento del fitoplancton (temperatura, salinidad, oxígeno, nitrato, fosfato), y esto deriva en que algunas especies nocivas formen “bloom” algal, que afectarían a la maricultura/toma de agua de lastre de buques, entre los años 2013 al 2015?.

1.2.2. Problemas Específicos

¿Es la variabilidad estacional (mensual/estacional) ambiental que causa el incremento de fitoplancton (especies-grupos funcionales) que lleguen a formar altas densidades o “bloom” algal, que impacten a la cadena trófica en 4 sitios?

¿El tener un rango (mensual/estacional) del fitoplancton permite agrupar a las especies según su abundancia y en grupos (diatomeas céntricas y pennadas, dinoflagelados y otros), en los 4 sitios durante 2013-2015?.

¿El incremento del fitoplancton y su correlación con los variables ambientales (oxígeno, temperatura, nitrato y fosfatos), constituye en indicador operacional que contribuye para el análisis de riesgo?

¿El fitoplancton nocivo puede generar alarmas a la maricultura y al llenado de tanques de agua de lastre de buques comerciales y petroleros?

1.3. Justificación teórica

El tema relacionado a ampliar conocimientos en la temática de mareas rojas es de relevancia social a nivel mundial, regional y local. Desarrollar una base teórica-científica necesaria para conocer la variabilidad de especies del fitoplancton (que puedan provocar dominancia de una y/o varias especies y que puedan relacionarse con especies que causan mareas rojas), dependencia con las variables ambientales como temperatura, salinidad, oxígeno, nitrato, nitrito, fosfato y silicato a nivel superficial y subsuperficial (columna de agua a 100 m de profundidad), en 4 sitios estratégicos frente al litoral del mar ecuatoriano, a fin de reforzar la necesidad de una propuesta de un sistema de alerta temprana, así como normativas que sean implementadas en el Plan de Manejo Integrado, frente a posibles riesgos biológicos que puedan afectar a la maricultura y al agua de lastre que toman los buques de tráfico marítimo en el margen costero.

La investigación es metodológica y permitirá aplicar herramientas estadísticas a fin de obtener datos de especies más frecuentes y causantes de “bloom”-algal, mapas

de distribución de las variables en estudio, que en un conjunto de análisis multivariados permitan conocer la interrelación de las especies con las ambientales.

Existen Manuales y Guías sobre taxonomía del fitoplancton, toxinas, monitoreo y manejo de especies algales nocivas (UNESCO, 2004 y 2010), guías para valoración de especies invasoras (plancton), manejo de ecosistemas costeros, implicaciones oceanográficas y antropogénicas con discrepancias en el sector maricultor y en calidad de especies nocivas en las rutas de tráfico marítimo para la toma de agua de lastre (FAO, 2000, 2005; CPPS, 2010). Existen evidencias de los sitios de mayor ocurrencia de mareas rojas así como la mortalidad de peces registrados en cuatro décadas, lo que ha dado origen a conflictos pesqueros locales (Torres, 2012).

1.4. Justificación práctica

El valor práctico de esta investigación, fue generar bases de datos necesarios para estimar los rangos y estructura de la abundancia de grupos funcionales-especies del fitoplancton, que puedan generar alta densidad algal o “bloom” algal, que lleguen a formar eventos de mareas rojas, que causen inseguridades a la maricultura así como en la colecta de agua de mar para el lastre de los buques, según las referencias existentes para cada caso. Información que permitirá diseñar un sistema alerta sanitaria a las autoridades de control fitosanitario, al Grupo de Tarea Nacional en la gestión de agua de lastre y a los diversos usuarios costeros (pescadores, maricultura, acuicultura) y tráfico marítimo.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Determinar la estructura comunitaria fitoplancton y su relación con variables ambientales como un mecanismo preventivo a la ocurrencia del “bloom” algal frente a las costas de Esmeraldas, Manta, la Libertad y Puerto Bolívar, durante el 2013 al 2015.

1.5.2. Objetivos específicos

Evidenciar la variabilidad mensual y estacional de las variables ambientales que conlleven a incrementar el fitoplancton en los 4 sitios en tres años de investigación.

Establecer la distribución y rangos de abundancia grupos funcionales y principales especies del fitoplancton (diatomeas céntricas y pennadas, dinoflagelados y otros), en los 4 sitios en tres años de estudio.

Determinar la relación del fitoplancton (grupos funcionales y especies) con los parámetros ambientales físico-químicos (temperatura, salinidad, oxígeno, nitrato, nitrito, fosfato y silicato), que permitan constituir indicadores operacionales como potenciales promotores de “bloom” algales.

Determinar las especies de fitoplancton nocivo que puedan generar mareas rojas y sus riesgos a la actividad de la maricultura y al llenado de tanques de agua de lastre de buques comerciales y petroleros, en Ecuador y con referencias de otros países.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Marco Filosófico o epistemológico de la investigación

Etimológicamente significa "estudio del conocimiento", y como tal se ha convertido en una rama de la filosofía que estudia el fundamento, los límites, la metodología del conocimiento científico, lo cual es difícil distinguir entre epistemología y "filosofía de la ciencia". Los registros de intoxicaciones de seres humanos por consumo de peces y mariscos o por contacto accidental con organismos marinos datan de la antigüedad. Se ha sostenido que probablemente el registro más antiguo de los efectos tóxicos de microalgas aparece en el Antiguo Testamento (Éxodo 7: 19-21; 1491 A.C.) donde las aguas de Egipto se transformaron en "sangre" produciendo la muerte masiva de peces y su descomposición.

La explicación del conocimiento científico de estos fenómenos tuvo que esperar uno de los desarrollos técnicos necesarios como el microscopio óptico y describir los microorganismos marinos en 1676. Victor Hensen define el concepto "plancton" como "todo aquello que se mueve en el agua, arriba o abajo, muerto o vivo". Más tarde el término fue restringido a los organismos marinos de pequeño tamaño, animales o vegetales, que viven en el agua y que por lo limitado de sus mecanismos natatorios son acarreados por las mareas y corrientes. En base al enfoque científico de la ciencia, el marco Epistemológico se relaciona con la evaluación, valoración ambiental, gestión y conservación ambiental de los ecosistemas acuáticos.

La ecología es posiblemente la primera disciplina que intenta organizar los datos de las diferentes disciplinas, heredera directa de la biología, pero está íntimamente ligada con los descubrimientos desarrollados por la física molecular, la química, la bioquímica, la climatología, la oceanografía, la limnología, entre otras. En esta forma constituye un campo de conocimiento interdisciplinario que abarca las ciencias físico-biológicas y las ciencias de la tierra. En esta forma la ecología ha intentado, sobre la base de estas ciencias, organizar un modelo de análisis que interpreta las leyes fundamentales de la organización estructural de la vida dentro del ecosistema. La ecología es solamente el fundamento de las ciencias ambientales, pero es, sin duda, un fundamento indispensable. Muy pocos estudios de impacto ambiental tienen en cuenta la necesidad de profundizar en el estudio del equilibrio ecológico subyacente. Lo mismo puede decirse con relación al impacto sobre el ciclo del nitrógeno, del oxígeno o del agua. El equilibrio ecosistémico es, por tanto, el paradigma para el estudio de cualquier impacto ambiental.

El aumento de algas nocivas está estrechamente unido a la intensificación de la explotación de zonas costeras para la acuicultura, sobrepesca, turismo, navegación, usos de servicios ecosistémicos, entre otras actividades humanas, que alteran las condiciones ambientales favoreciendo el desarrollo de algas nocivas por el incremento de nutrientes de los efluentes humanos, escorrentías químicas, sobrepesca y el aumento del transporte marítimo. La UNESCO ha publicado el primer compendio mundial sobre las floraciones de algas nocivas (HAB), microorganismos que afectan las poblaciones de peces, destruyen las granjas de peces y matan tanto a humanos como animales marinos grandes.

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Ambiente y Desarrollo sustentable de la Agenda 21 y la Convención sobre Cambio Climático, han reconocido la prioridad de investigar las algas nocivas tanto en ecosistemas costeros, estuarios y sistemas de agua dulce. Actualmente la actividad científica incluye Programas Globales y Regionales que tienen interacciones científicas, iniciativas creadas para la prevención y monitoreo relacionadas con la oceanografía costera y las algas nocivas. En el marco de la Alianza Estratégica de ARCAL-OIEA, en la clasificación de los

problemas ambientales de Latino América y el Caribe, se menciona los impactos negativos causados por los florecimientos algales. Las algas nocivas pueden ser transportadas de un océano a otros a través del agua de lastre de los buques.

2.2. Antecedentes de Investigación

Los ecosistemas marinos costeros tienen grandes riesgos frente a la combinación de las actividades humanas (GEMSAP, 2001) y están seriamente afectados por la alteración en la cadena alimentaria, cambio climático, alteración de hábitat, erosión costera, introducción de especies exóticas invasoras por agua lastre de buques y polución de las aguas costeras (Riley et al, 2007), son factores que condicionan la abundancia del “bloom” algal (Hallegraeff, 2004; Fogg, 2002). Algunos experimentos indican que las algas nocivas pueden utilizar los nutrientes orgánicos e inorgánicos disueltos en aguas de descargas domésticas costeras (Lindehoff et al., 2009). Un incremento en la ocurrencia de estos eventos podría relacionarse con cambios en los ecosistemas marinos y costeros, debido al arrastre de nutrientes de los campos agrícolas, descargas desde la acuicultura-maricultura y las descargas de aguas servidas de las poblaciones costeras (Fournier, 2009).

En Kudela et al (2017), se describe el avance científico desde las primeras investigaciones en 1974 (I Conferencia Internacional sobre “bloom” de dinoflagelados tóxicos); en 1989 se recomendó esfuerzo internacional para evaluar la posibilidad de expansión global de “bloom” algales; se iniciaron Programas Nacionales de monitoreo del fitoplancton en diversos países (Canadá, China, Francia, Japón, Grecia, Alemania, Irlanda, España, Estados Unidos, Italia, México, Filipina, Suecia y Reino Unido), en coordinación con varios subprogramas de la COI (UNEP, ICES, PICES, SCOR, CE). Actualmente, se han creado redes de grupos regionales liderados por la IOC-HAB (ANCA, FANSA, HANA, WESTPAC/HAB, WGHABD, ECOHAB, EUROHAB, HARNNESS), para facilitar y coordinar investigaciones que logren el entendimiento de su ecología, mejorar los modelos operacionales y acciones preventivas.

Los efectos ecológicos negativos producidos por la consecuencia de la acuicultura marina, es el enriquecimiento de nutrientes y eutrofización (GESAMP 1999). La acuicultura nacional de Chile depende exclusivamente de la salmonicultura, presentan un riesgo económico y social siendo imprescindible disponer de un sistema de evaluación de estudios sanitarios-ambiental (Campalans, 2004). En el seguimiento ambiental para las instalaciones de acuicultura marina (Macias et al., 2005), actividad que afectan a una serie de normas de calidad de agua por los vertidos y residuos. Los eventos tóxicos de las mareas rojas, han obligado al sector maricultor de Chile a implementar una serie de medidas de mitigación para evitar los problemas de salud pública, incluso mantener e incrementar las exportaciones de moluscos bivalvos que son susceptibles de acumular estas toxinas (Seguel, 2008).

Los problemas ambientales por las prácticas acuícolas costeras en Hong Kong, Japón y la República de Corea, están relacionados con la elevada densidad de las jaulas y balsas en lugares con intercambio limitado del agua, problemas que están siendo objeto de atención en los países interesados, y se han emprendido numerosas iniciativas para conseguir un desarrollo más sostenible del sector (FAO, 1994). Algunos países con pequeñas operaciones de maricultura han aplicado estrategias de manejo y regulación, en relación a la calidad ambiental; los mismos que deben ser integradas con el sistema de manejo costero con bases científicas (ICES, 2002).

El Ecuador tiene experiencia en acuicultura con el crecimiento del camarón en piscinas al borde costero por más de 4 décadas. La experiencia en la Maricultura con jaulas es relativamente nueva, ambas actividades productivas no son ambientalmente sostenibles, entre otros criterios para la Maricultura es la distancia de la costa, corrientes, oleajes, rutas de navegación, caladeros de pesca artesanal, zonas de exploración petrolera y proximidad de muelles pesqueros (Lopez-Alvarado et al., 2014). La primera concesión fue más allá de las 8 millas tienen profundidades superiores a 65m. Lopez-Alvarado (2016), menciona que es necesario trabajar más en el aspecto ambiental, que en Ecuador no hay estudios de sostenibilidad y que no es

reporte obligado. El desarrollo de la maricultura oceánica en Latinoamérica es irreversible, actividad que está relacionada con problemas ambientales y que es necesario diseñar procedimientos aplicables para su evaluación ambiental regional (Chavarria y Mendo, 2016).

En el Proyecto Globallast-CPPS, se encuentra desarrollando la Gestión de normativas y Estrategias Regionales en los países del Pacífico Sudeste (Colombia, Ecuador, Perú y Chile), con la finalidad de que cada país elabore su normativa nacional, según sus ecosistemas oceanográficos y economías locales, que ayuden a minimizar la transferencia de especies invasoras en la que se incluyen especies nocivas como “bloom” algales.

Los riesgos de la ocurrencia de mareas rojas toxicas a nivel mundial es considerada como una de las prioridades en relación a la seguridad alimentaria, por los daños causados en los ecosistemas acuáticos y daños en la salud humana por los riesgos de toxicidad. Se conoce de los problemas que generan los “bloom” de algas en algunos sectores productivos, han causado mortalidad de especies acuáticas como peces y camarones. En el país se tiene registros de mareas rojas, pero las autoridades aún no tienen una orientación del nivel de la problemática, no consta dentro de las normas de control fitosanitaria.

En Ecuador se han registrado estudios de la variabilidad anual del fitoplancton (Torres, 1996; 1998) y eventos de mareas rojas en todo el margen costero (Torres, 2000) e insular, siendo su mayor ocurrencia en el Golfo de Guayaquil y la península de Santa Elena (Torres, 2012), sin embargo, en las normativas no existe ningún control ambiental, ni monitoreos, ni laboratorios de biotoxinas, por lo que se hace necesario ampliar estas investigaciones principalmente en áreas costeras, en base a datos de monitoreo que se ejecutaron en el proyecto Alerta Temprana a eventos oceánicos, cuyos datos fueron utilizados en esta tesis.

En el borde costero del Ecuador se han realizado algunas investigaciones del fitoplancton marino realizadas principalmente por el Instituto Nacional de Pesca e Instituto Oceanográfico de la Armada. Las localidades frente a 10 millas de La Libertad y Manta, han sido los sitios más investigados en las diversas disciplinas de la Oceanografía física (Zambrano, 1990), química (Chiriguaya y Burgos, 1990; Valencia y R-Morán 1996; Valencia et al., 1998) y biológica (Torres, 1990; Torres, 1998; Torres y Tapia, 1998; Torres, 2000; Torres et.al., 2004a; Torres et.al., 2004b; Torres y Palacios, 2007; Tapia, 2007), debido a que fueron las primeras estaciones de monitoreo fijas para el estudio de eventos oceanográficos como El Niño (Torres, 1996-1998 a-b).

El oxígeno tiene un comportamiento cíclico en el océano, se encuentra como componente de la atmósfera y llega al mar al disolverse en el agua, de donde lo toman los vegetales y los animales para su respiración. Con las corrientes y el oleaje la cantidad de oxígeno en el agua aumenta, pero también contribuyen a incrementar su cantidad por el fitoplancton, que durante el proceso de fotosíntesis, fijan el carbono y desprenden el oxígeno. La cantidad de oxígeno disuelto es inversamente proporcional a la profundidad, encontrándose en los grandes fondos marinos áreas carentes de oxígeno.

Para los procesos metabólicos de síntesis del fitoplancton es indispensable el bióxido de carbono, es fijado por las microalgas y junto con los nutrientes se transforma en sustancia orgánica (Clorofila). Cuando los vegetales y los animales del mar realizan su respiración, utilizan el oxígeno que se encuentra disuelto en el agua y desprenden bióxido de carbono; pero cuando estos mueren se desprende bióxido de carbono por la descomposición bacteriana, lo que se conoce como el ciclo del carbono en el mar.

La salinidad del océano está dada, fundamentalmente, por el sodio y el cloro, además de otros elementos como el magnesio, el calcio y el potasio, cuyas cantidades han variado de acuerdo a sus características fisicoquímicas a través de los años.

Los nutrientes que intervienen, de manera básica, en la vida de los océanos, son indispensables para la producción del fitoplancton. Están compuestos a base de nitrógeno, fósforo, sílice, manganeso, cobre y hierro; en su ciclo intervienen una serie de procesos químicos y biológicos, que determinan su concentración en las diferentes capas del agua del mar. La circulación del agua interviene en la concentración de estos nutrientes en las diferentes capas del océano, por ello estos nutrientes se encuentran en los primeros 1000 metros de profundidad, la degradación de la materia orgánica puede ocurrir en toda esta zona, mientras que la fotosíntesis se realiza en los 100 metros de profundidad o llamada zona eufótica. Las variaciones estacionales en las concentraciones de los nutrientes, tienen lugar en la capa superficial del mar como resultado de la actividad biológica.

2.3. Bases Teóricas

En base al enfoque científico de la ciencia se relaciona con la “Evaluación, valoración ambiental, gestión y conservación ambiental, se contempla el muestreo de aguas, análisis y calidad de aguas como una vigilancia ambiental” ([http://databases.unesco.org/thessp/wwwi32.exe/\[in=affiche.in\]/](http://databases.unesco.org/thessp/wwwi32.exe/[in=affiche.in]/)). El componente de Microorganismo marino es un componente de la Oceanografía, hidrología y ecosistemas marinos, conocido como fitoplancton o microalgas marinas. En los programas de la COI-UNESCO denominado Floraciones Algales Nocivas para Sudamérica (FANSA), principalmente a los “bloom” algales, lo cual se relaciona con la temática de la tesis propuesta.

El Convenio de la Diversidad Biológica (CDB), ha definido la biodiversidad como la variabilidad entre los organismos vivos, dentro de especies, entre especies y entre ecosistemas. El Convenio Internacional de la Organización Marítima

Internacional (OMI), ha propuesto directrices para evaluar el agua de lastre en zonas portuarias, siendo los dinoflagelados uno de los grupos más representativos.

Tett et al (2013), mencionan que la buena salud de los ecosistemas, tiene un auto-mantenimiento resistente a las presiones externas y es capaz de sostener los servicios ecosistémicos, contiene organismos y poblaciones con una adecuada diversidad funcional, con niveles tróficos en buenas condiciones ecológicas y ambientales, por lo que se necesita tener series de datos temporales para visualizar la variabilidad o cambios sobre la tendencia de la resiliencia inversa.

El fitoplancton es una palabra griega formado por fito (planta) y plancton (estar a la deriva), son algas microscópicas autotróficas, forman parte de los organismos del primer nivel de la cadena alimenticia en el mar, y su contenido clorofílico y diversidad de especies caracterizan la salud de la biota marina e indicadores de las corrientes marinas estacionales por no tener movimientos propios.

En los ambientes pelágicos son intrínsecamente variables continuamente, afectando todas las características físicas, químicas y biológicas del nicho planctónico, variabilidad que es impulsada por eventos forzantes externos (oceanográficos y climatológicos), que conducen a la variabilidad de la temperatura, carga de nutrientes en regiones costeras (Smayda, 1998). Algunos de estos patrones caracterizan la variabilidad del fitoplancton.

La alta productividad relacionada con la Corriente de Humboldt, resulta de la gran disponibilidad de nutrientes frente a las costas de Perú, principalmente con alto contenido de nitratos y bajo contenido de oxígeno disuelto, generado por los eventos de surgencias costeras que ocurren todo el año (Graco., et al, 2007).

El proceso de afloramiento causa el ascenso de la termoclina de aguas profundas, frías y ricas en nutrientes que favorecen el crecimiento del fitoplancton que sostiene abundantes recursos pesqueros centroamericanos (Fiedler, 2002). La migración vertical de la termoclina es un fenómeno estacional que ocurre en todas las áreas de afloramiento costero (Kessler, 2002). El Sistema de la Corriente de Humboldt considerada como uno de los 5 ecosistemas marinos más grandes, afloramiento de alta productividad relacionada a una gran fracción global de pesca, pero con similares ambientes marinos que pueden ser susceptibles a la proliferación y efectos negativos a las algas nocivas (Kudela et. al., 2005), también conocida como el sistema de afloramiento costero del Perú (Chávez et al. 2008), es un sistema del borde oriental oceánico más cercano al sur del Ecuador.

Los ensayos de maricultura y acuicultura han registrado problemas de pérdidas económicas por la mortalidad de peces causados por “bloom” algales y marea roja. Existen referencias de organismos internacionales como UNESCO-FAO sobre la importancia de las biotoxinas que generan algunas especies de dinoflagelados y diatomeas, que pueden causar daños a la salud del hombre. Algunos países con pequeñas operaciones de maricultura han aplicado estrategias de manejo y regulación, en relación a la calidad ambiental; los mismos que deben ser integradas con el sistema de manejo costero con bases científicas (ICES, 2002).

Existen programas y redes regionales dentro del Programa de la COI-UNESCO, que permiten facilitar y coordinar las investigaciones del fitoplancton que logren el entendimiento de la ecología de los “bloom”, mejorar los modelos operacionales (maricultura-acuicultura-pesca) tráfico marítimo y acciones preventivas. Son iniciativas creadas para la prevención y monitoreo al problema mundial relacionado a las mareas rojas.

La comunidad del fitoplancton en el área del afloramiento costero frente a las costas de Perú (Tarazona et al., 2003), está compuesto de estadios sucesionales tempranos principalmente de pequeñas diatomeas que tienen una alta tasa de

reproducción como *Skeletonema costatum*, *C. débiles*, *C. curvisetus*, *C. affinis* y *Detonula pumila*. Luego con estadios sucesionales fueron caracterizados por especies de tamaños grandes como *Thalassionema nitzshoides*, *Proboscia alata*, *Coscinodiscus spp.*, *Lithodesmium undulatum*, etc. La variabilidad de especies dominantes está estrechamente relacionados con la transición desde condiciones turbulentas a más estables de aguas afloradas.

Algunos estudios han encontrado que las asociaciones del fitoplancton compuestas de especies sin afinidad filogenética responden a condiciones recurrentes y similares de la columna de agua, debido a que presentan características morfológicas y fisiológicas similares. Existen diferentes terminologías para nombrar estas asociaciones como grupos funcionales, formas de vida o estrategias de vida.

Los “blooms” algales visibles o no, tóxicos o no, son independientes de la concentración celular, pueden causar daños y son referidos como mareas rojas; el daño puede incluir interrupción de tramas tróficas alimentarias, mortalidad de peces por daños en branquias o disminuir el oxígeno después de la degradación del “bloom” (Kudela et al., 2017). Por consiguiente el crecimiento del “bloom” algal dependerá de la/las especies que lo generen y de la habilidad para administrar los nutrientes disponibles en la capa fótica. Tam (2017, com. pers), mencionó una clasificación relativa al crecimiento algal, relativo a su baja y alta densidad y formación de la floración alga nociva, inocua, tóxica y no tóxica (Figura 4).

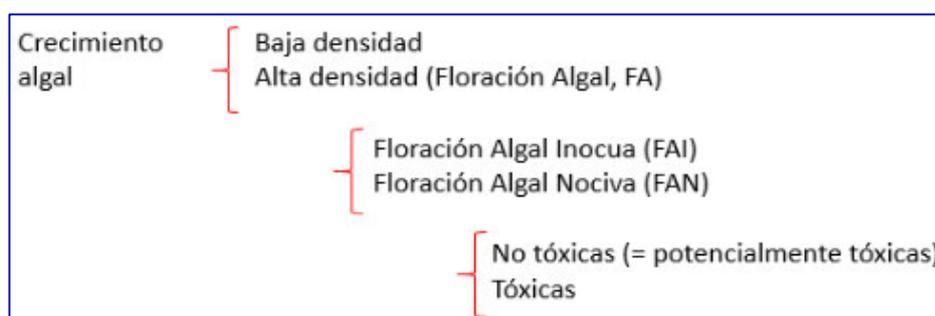


Figura 4. Esquema de Clasificación de floraciones algales. **Fuente:** Tam (2017, com. pers.).

Algunas especies que han causado mareas rojas, son consideradas como muy nocivas en zonas turísticas y pueden crear alarma social innecesaria de las autoridades sanitarias y los consumidores de mariscos si no están bien informados (Reguera, 2002). Entre los impactos evidenciados están la pérdida de paisaje y transparencia de las playas, con producción de espuma y/o mucílago en la zona de oleaje, presencia de peces muertos y mal olor. En centros recreacionales acuáticos, en ocasiones se produce picazón a la piel, ardor en los ojos de los turistas. Al entrar en contacto con “bloom” de *Microcystis aeruginosa* las personas pueden tener irritaciones en la piel, molestias gastrointestinales al ingerir el agua.

Algunos países han permanecido reactivos (no preventivos) sobre el tema de toxinas cianobacterianas (algas verde-azuladas), son fenómenos naturales, normales y frecuentes, los cuales hoy día se ven incrementados por la fertilización excesiva de muchos cuerpos de agua dulce por la actividad humana (Roset et al., 2001). Las principales consecuencias son: disminución de las concentraciones de oxígeno, haciendo insostenible la vida de algunos peces y moluscos y algunas afectaciones a la salud. Aproximadamente 60% de los “bloom” algales causados por cianobacterias son tóxicos y son un riesgo para la salud en el agua potable (Falconer, 1997) y aguas destinadas a la recreación.

Especies del fitoplancton que presentan riesgos a la salud de los ecosistemas y salud humana. Entre las principales especies que forman “bloom” del fitoplancton o algas nocivas se han citado las siguientes: *Phaeocystis globosa* (Smith et al., 2013), Estos “bloom” de especies de algas nocivas se han correlacionado con la entrada de nutrientes (Smith et al., 2013). Actualmente, se están desarrollando guías preventivas y de control para cianobacterias tóxicas en aguas recreacionales y/o para el agua potable. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha publicado una guía provisional para la microcistina-LR en el agua potable dentro del proceso de revisión de las “Guidelines on Drinking-Water Quality”. El agua es fuente de vida, es también una de las principales causas de disputas y conflictos armados alrededor del mundo.

En Ecuador se han registrado algunos estudios del fitoplancton que corresponden a los resultados de cruceros oceanográficos, estaciones fijas entre otras, realizadas principalmente por dos institutos de Investigación. Torres (2012), menciona que a inicios de la década de los 80's con la contribución del primer y único catálogo de especies del fitoplancton las diatomeas fue el grupo con mayor número de especies y consecuentemente el más estudiado.

Entre las debilidades del Ecuador, existe poco conocimiento e interés de los causas que generan las mareas rojas por el gobierno en relación con el control y calidad del agua, control de especies invasoras del fitoplancton contenidas en el agua de lastre de buques, control de pesticidas y herbicidas agrícolas con alto contenido de nutrientes (fósforo, nitrato y urea), que afectan en la hábitat acuático y riesgos a la salud, ambiente y diversidad biológica; además de las siguientes debilidades:

- Escaso conocimiento del público general, principalmente pescadores y vendedores de mariscos, a los problemas que causan las mareas rojas al ambiente acuático, a sus recursos y a la salud humana.
- Existe escasa información científica de los efectos e impactos y cual fue la causa probable que dió origen a la discoloración y/o mortalidad de peces.
- Marcado divorcio entre las instituciones que realizan el control ambiental y las que ejecutan su control, supervisión y monitoreo; existe muy poca relación entre el sector institucional y el científico, lo que se suma al habitual desconocimiento sobre los efectos de las mareas rojas, tema que requieren una mejor comunicación entre el sector científico, centros de control y regulación sanitaria, centros de salud y los responsables de la elaboración de políticas.
- Ausencia o falta de cumplimiento del control de la calidad acuática y de sus recursos vivos: El Ministerio del Ambiente (MAE) y la Dirección de Espacios Acuáticos (DIRNEA), carecen de laboratorios para ejecutar el control a los problemas de contaminación, de mareas rojas, a la mortalidad de organismos acuáticos, ni del seguimiento de parámetros estandarizados adecuados de calidad ambiental para los diversos ecosistemas del país

- Las instituciones científicas en Ecuador requieren de la existencia de laboratorios que estén en acorde a la legislación y políticas armonizadas, relacionadas al control y prevención de los riesgos de “bloom” algal y/o mortalidad de organismos.
- Falta de continuidad en las políticas aplicadas desde el sector gubernamental: frente a problemas sociales como falta de control del agua potable o enfermedades transmisibles (cólera, salmonella, algas nocivas). Es necesario aumentar su difusión entre el público y los sectores gubernamentales responsables de la calidad de los ecosistemas acuáticos y de sus recursos alimenticios.
- Las instituciones científicas, no cuentan con laboratorios acreditados o certificados, ni tienen equipos de alta tecnología para el análisis de toxinas, ni laboratorios para cultivos de quistes de dinoflagelados.
- Carencia de un Plan Nacional, comité o formación de un Grupo inter-institucional frente a los riesgos a eventos naturales y antropogénicos que generan o causan las mareas rojas (contaminación versus monitoreo ambiental).
- Instituciones del Estado que trabajan con programas separados en ecosistemas vinculantes en la diversidad de usos costeros, generando conflictos inter-institucionales por carecer de esfuerzo multidisciplinario.
- El desarrollo económico se está aprovechando de los bienes y servicios ambientales por más de cuatro décadas (como la industria camaronera, municipios e industria naviera), con un desarrollo costero desordenado, generando conflictos y deterioro ambiental (sin ejecutar investigaciones de la calidad del agua ni sostenibilidad de sus recursos).
- El incremento en la economía mundial y que esta se transporta principalmente por buques comerciales y petroleros con alto contenido de agua de lastre, tienden a introducir especies del fitoplancton nocivas a través del deslastre en áreas costeras, puertos o zonas de cuarentena de buques.
- Algunas especies de dinoflagelados que causan mareas rojas tóxicas pueden generar quistes en su ciclo de vida (quistes de resistencia y temporales), pueden tener un proceso acumulativo en el sedimento; estos pueden restablecer un “bloom” con ciertas condiciones ambientales y/o por dragado de

sedimentos en zonas de tráfico marítimo, principalmente áreas de cuarentena cercanas a los puertos.

- La carencia de regulaciones sanitarias de ciudades que se ubican en el entorno del Golfo de Guayaquil, lo que incrementan la carga de nutrientes creando hábitats propios para mareas rojas.
- Carencia de control fitosanitario (microalgas nocivas) en las fuentes naturales donde se extrae el agua para su potabilización.
- Percepción social desfavorable y falta de comprensión de las enfermedades toxicológicas (por consumo de mariscos y/o agua para consumo humano), por lo que se necesita incluir este tema en la especialidad de emergencias médicas.
- Programa extenso y actualizado de educación a profesores en todos los niveles primarios, secundarios; con textos actualizados y orientados a crear conciencia del riesgo de las mareas rojas en su salud y en los recursos costeros.
- Falta de compromiso del gobierno e instituciones para la sostenibilidad de proyectos de asistencia técnica: la resolución de la problemática ambiental requiere esfuerzos de monitoreos a largo plazo, independientes de los cambios políticos que puedan afectar a la región del Pacífico Sudeste.

Los ensayos de maricultura y acuicultura han registrado problemas de pérdidas económicas por la mortalidad de peces relacionados a eventos de marea roja. Existen referencias de organismos internacionales como UNESCO-FAO sobre la importancia de las biotoxinas que generan algunas especies de dinoflagelados, que pueden causar daños a la salud del hombre, a otras. Existen programas y redes regionales dentro del Programa de la COI-UNESCO, que permiten facilitar modelos operacionales (maricultura-acuicultura-pesca), tráfico marítimo y acciones preventivas. Son iniciativas creadas para la prevención y monitoreo al problema mundial relacionado a las mareas rojas.

Hay evidencias de que el agua de lastre transfiere muchos organismos marinos siendo los buques (de comercio y petroleros) el principal vector en la dispersión de las especies fitoplanctónicas no nativas (Hallegraeff, 2004). La Organización Marítima Internacional (OMI), ha preparado la Convención Internacional para el Control y

Manejo de Agua de Lastre y Sedimentos de los buques (IMO, 2009), ha propuesto directrices para su evaluación en zonas portuarias, el cual requiere cooperación regional para el monitoreo de especies HAB que son potencialmente propagadas a grandes distancias por los buques, por moluscos vivos (acuicultura) y efectos de eutrofización que cruzan los límites territoriales (Anderson, 2007).

Las mareas rojas son consideradas como muy nocivas en zonas turísticas y pueden crear alarma social innecesaria de las autoridades sanitarias y los consumidores de mariscos si no están bien informados (Reguera, 2002). Entre los impactos evidenciados están la pérdida de paisaje y transparencia de las playas, con producción de espuma y/o mucílago en la zona de oleaje, presencia de peces muertos y mal olor. En centros recreacionales acuáticos, en ocasiones se produce picazón a la piel, ardor en los ojos de los turistas.

Algunos países han permanecido reactivos (no preventivos) sobre el tema de “bloom” algales, son fenómenos naturales, y frecuentes, los cuales hoy día se ven incrementados por la fertilización excesiva de muchos cuerpos de agua dulce por la actividad humana (Roset et al., 2001). Las principales consecuencias son: disminución de las concentraciones de oxígeno, haciendo insostenible la vida de algunos peces y moluscos y algunas afectaciones a la salud. Aproximadamente 60% de los “bloom” algales causados por cianobacterias son tóxicos y son un riesgo para la salud en el agua potable (Falconer, 1997) y aguas destinadas a la recreación.

La oceanografía Biológica nos permite conocer la dinámica trófica del plancton, su interacción con los componentes bióticos y abióticos en ecosistemas marino costeros en áreas insulares (Carpenter y Maragos, 1989). El fitoplancton es la base de la cadena alimenticia en el mar (Man y Lazier, 1991), interconectados por la energía solar y material circulante en el ecosistema, energía que es transferible al próximo nivel trófico.

Los estudios planctónicos son importantes para determinar la calidad del agua de los sistemas acuáticos. El fitoplancton está sujeto al medio acuático y depende de las variables ambientales en la columna de agua. Algunos indicadores biológicos son utilizados para complementar el uso de indicadores físicos y químicos en un nivel ambiental aceptable, protegiendo, mejorando y manteniendo el desarrollo económico y social (ANZECC. 2000).

El oxígeno disuelto es un parámetro importante para la vida acuática; su consumo varía según el tamaño, tasa de alimentación, nivel de actividad y especies; se requiere un nivel de saturación al menos de 5 mg/l, niveles < 2 mg/l puede causar la muerte a peces. En acuicultura es recomendado >5mg/L (Lloyd, 1992). En relación al incremento de temperatura y salinidad en agua, la solubilidad del oxígeno decrece. Algunos países (Australia, India, New Zealand, Reino Unido), mencionan que la base de ≥ 5.0 mg/l es la concentración ideal para ambientes marinos y de agua dulce.

Los nutrientes como fosfato y nitrato están presentes en el agua de mar y es esencial para el crecimiento del fitoplancton. Los niveles de concentración de nutrientes en el océano Pacífico tropical son muy bajos.

2.4. Marco conceptual

En la temática de fitoplancton se mencionan algunos términos a nivel internacional (Matsuoka y Fukuyo, 2000; Anderson et al., 2001; Hallegraeff, 2002, Reguera, 2002; Enevoldsen, 2004) y a nivel nacional (Ministerio de Ambiente, Estrategia de biodiversidad, Secretaría de Riesgo), que se relacionan con riesgos ambientales:

Agua de Lastre: Cualquier agua y sedimentos usados para manipular las condiciones oceanográficas y estabilidad del buque en el mar durante su navegación.

Alarma: Aviso o señal para cumplir instrucciones específicas, debido a la presencia real o inminente de un evento adverso, se puede utilizar medios auditivos y visibles.

Alerta: Estado que se declara con anterioridad a la manifestación de un evento adverso, con el fin de que las, instituciones y organismos operativos de emergencia activen procedimientos de acción preestablecidos y para que la población tome precauciones específicas debido a la inminente ocurrencia del evento previsible.

Amenaza: Factor externo potencialmente peligroso al cual el sujeto, objeto o sistema está expuesto. De presentarse, se manifiesta en un lugar específico con una intensidad, magnitud y duración determinada, puede ser de origen natural, socio natural o antrópico (generada por la actividad humana).

Amenaza natural: Proceso o fenómeno latente asociado con la posible manifestación de un evento adverso de origen natural como las mareas rojas.

Anoxia: Disminución o agotamiento de oxígeno en las células o en un ecosistema. Suele ser la consecuencia de la muerte masiva de células y su descomposición más o menos rápida. Puede ser la responsable de la muerte masiva de peces y otros organismos.

Basura marina: Es todo material sólido persistente, manufacturado o elaborado, que se desecha, elimina o abandona en el medio marino y costero. En el mar las especies de algas nocivas se adhieren a la basura plástica.

Biodiversidad o Diversidad Biológica (MAE): Comprende la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos, y los complejos ecológicos de los que forman parte; incluye la diversidad genética dentro de cada especie, entre especies y de los ecosistemas, como resultado de procesos naturales y culturales.

Biomasa: Materia orgánica procedente de la actividad de los seres vivos. Se expresa normalmente como peso de materia seca por unidad de superficie o de volumen.

Algal “bloom”: Término inglés para las Floraciones algales del fitoplancton, es el rápido incremento en la abundancia del fitoplancton o microalgas en un área dada.

Ciclo de vida: Conjunto de estadios por los cuales pasa un organismo mientras está vivo, como es el caso de los dinoflagelados que tienen un ciclo muy complejo.

Ciguatera: Enfermedad humana causada por consumir peces de hábitat bentónicos que habitan en arrecifes de coral de regiones tropicales; estos peces han ingerido los dinoflagelados bentónicos como *Gambierdiscus toxicus*.

Convenio sobre Diversidad Biológica, artículo 8 (h): Cada Parte Contratante, en la medida de lo posible, y según proceda; impedirá que se introduzcan, controlará o erradicará las especies exóticas que amenacen a ecosistemas, hábitats o especies. Las especies que causan mareas rojas son consideradas en este artículo.

Debilidades: Aspectos que limitan o reducen la capacidad de desarrollar la gestión preventiva y constituyen una amenaza para el desarrollo de la misma: deben ser controladas y superadas.

Desarrollo sostenible: Aquella modalidad de desarrollo que conduce al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de vida y al bienestar social, sin agotar la base de recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar el ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus necesidades.

Desarrollo Sustentable: Es aquel que permite satisfacer las necesidades de la presente generación sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para cubrir sus propias necesidades.

Dinoflagelados: Orden perteneciente a los protozoos flagelados caracterizados por tener pigmentos con clorofila. Generalmente tienen dos flagelos, Organismos muy adaptados a su medio, con estrategias de vida complejas y formas celulares distintas. Algunas especies tienen cobertura con placas de celulosa (dinoflagelados armados o con tecas) mientras que otros son cubiertos por una membrana (dinoflagelados desnudos).

Episodios de microalgas tóxicas: son aquellos eventos con concentraciones moderadas de microalgas (no causantes de discoloraciones), confieren niveles de toxinas a los moluscos tales que puedan constituir un peligro para la salud y obligan a las

autoridades competentes a prohibir su recolección y comercialización.. Este suceso puede ocurrir en ocasiones sin discoloraciones.

Evento adverso: Suceso natural, socio-cultural o antrópico que se describe en términos de sus características, su severidad, ubicación y área de influencia. Es la materialización en el tiempo y el espacio de una amenaza.

Especie exótica: especie, subespecie, raza o variedad de animales, plantas o microorganismos, cuya área natural de dispersión geográfica no se extiende al territorio nacional ni a sus aguas jurisdiccionales y se encuentra en el país como producto de la actividad humana voluntaria o no, así como por la actividad de la propia especie. Los dinoflagelados que causan mareas rojas están considerados en este grupo.

Ficotoxinas: son las toxinas producidas por algunas especies del fitoplancton, que han sido responsables de incidentes de mortalidad a organismos acuáticos e intoxicaciones a humanos.

Fitoplancton: Se llama fitoplancton al conjunto de organismos acuáticos del plancton que son "autótrofos", que tienen capacidad fotosintética, son algas unicelulares y microscópicas que viven dispersas en los primeros metros de la columna de agua.

Floración algal: Incremento de la concentración de microalgas por encima de valores considerados normales. Esta acumulación masiva ("bloom" en inglés) suele ser debida a una situación favorable para estos organismos. En el momento en que se produce, el agua (aunque no siempre) se vuelva de color verde, rojo o marrón. El color del agua, depende de los pigmentos de las microalgas. El proceso suele remitir en un par de días, en correspondencia con el agotamiento de los nutrientes por parte de las microalgas y de las condiciones ambientales (por ejemplo la temperatura).

Harmful algal "bloom" (HAB): Término inglés para las floraciones algales nocivas (FAN).

Ictiotoxinas: toxinas algales que selectivamente matan a los peces debido a la inhibición de la respiración.

Intoxicaciones de Origen desconocido: Puede ocurrir en presencia de toxinas en los moluscos que no se pueden asociar con la presencia de especies tóxicas conocidas en el plancton. Algunas incógnitas han sido resueltas a "posteriori" con la mejora de las

técnicas analíticas de separación e identificación de nuevos compuestos, como el caso de intoxicación por toxinas tipo azaspirácidos.

Intoxicaciones de Origen bentónico: Cuando se sospecha que la fuente de toxicidad es un organismo que vive en el fondo marino o adherido a sustratos sólidos, como los dinoflagelados bentónicos: *Prorocentrum* (productores de toxinas diarreicas) o *Ostreopsis* (productores de toxinas neurotóxicas o hemolíticas como la palytoxina), o por quistes de dinoflagelados planctónicos. La ciguatera, síndrome tóxico que se da solo en regiones tropicales con arrecifes coralinos, es un caso especial de intoxicación que se transmite por los peces que han ingerido dinoflagelados bentónicos como *Gambierdiscus toxicus*.

Manejo Costero Integrado: Es el proceso continuo y dinámico mediante el cual se toman decisiones para el uso sustentable, desarrollo y protección de las zonas costeras y sus recursos.

Marea roja: o "red tide" es referido a una coloración rojiza del mar causada por ciertas especies de fitoplancton en elevadas concentraciones. La inmensa mayoría de los casos de coloración anormal del mar, o mareas rojas, son inócuos; las mismas que han sido reportadas en Ecuador por pescadores, camaroneros, buzos y biólogos observadores de ballenas y de pesca.

Mareas rojas inocuas: florecimientos de microalgas que no constituyen ningún peligro para la vida acuática.

Mareas rojas tóxicas: son discoloraciones de microalgas productoras de potentes venenos o toxinas endocelulares.

Mareas rojas Ictiotóxicas: cuando la marea roja libera al agua exotoxinas con propiedades hemolíticas o neurotoxinas, que causan mortandades de peces y otros organismos marinos.

Microalgas: Entre las algas (grupo de organismos autótrofos que realizan la fotosíntesis oxigénica), las de tamaño microscópico, generalmente unicelulares. Las algas microscópicas constituyen el primer eslabón de la cadena alimentaria de los océanos, ya que sirve de alimento a organismos mayores. Entre los grupos más

importantes, por su abundancia y diversidad, se encuentran las diatomeas, las cianobacterias y los dinoflagelados.

Microalgas nocivas: Aquellas microalgas que, como consecuencia de su proliferación, dan lugar a espumas y/o mucosidades, que pueden producir anoxia en el ecosistema y causar mortandades de fauna.

Microalgas tóxicas: Aquellas microalgas que pueden producir una serie de compuestos químicos potencialmente tóxicos que, como consecuencia de la proliferación, pueden afectar a la fauna y al hombre a través de la cadena alimentaria (con efectos diarreicos, paralizantes, neurotóxicos o amnésicos).

Mitigación: Medidas o acciones de intervención implementadas sobre la amenaza y vulnerabilidad para reducir el riesgo existente, y así disminuir los daños y el impacto potencial.

Nutrientes: Elemento químico simple o compuesto, presente en el agua, el aire y el suelo, necesario para el crecimiento óptimo de los vegetales.

Prevención: Conjunto de medidas y acciones para evitar o impedir la ocurrencia de daños a consecuencia de un evento adverso, para lo cual se debe intervenir sobre la amenaza, la vulnerabilidad, o ambas, hasta eliminar el riesgo.

Precaución: Cuando se detectan efectos potencialmente peligrosos derivados de un fenómeno de origen natural, antrópico o socio-cultural, la falta de incertidumbre científica de su ocurrencia no servirá de excusa para evitar o dilatar la adopción de medidas eficaces y oportunas que permitan salvaguardar la vida y los bienes de las personas, la naturaleza y los procesos de desarrollo del país.

Principio de precaución: La ausencia de evidencia científica no es razón para no aplicar medidas necesarias ante la presencia de amenazas que provoquen la reducción o pérdida sustancial de la biodiversidad y de la seguridad alimentaria.

Principio de prevención: Sustenta la prioridad de prevenir los daños o amenazas a la biodiversidad antes que el establecimiento de mecanismos de compensación o restauración de los daños causados. El costo actual de prevenir una pérdida de la biodiversidad es más bajo que aquel para recuperarla a futuro.

Proliferación (o floración) algal: Incremento en la concentración de microalgas por encima de valores considerados normales. En el momento en que se produce, el agua se vuelve de color verde, rojo o marrón, color generado por los pigmentos de las microalgas.

Proliferaciones de algas nocivas (PANs): Incremento de la concentración algal por encima de valores considerados normales, de algunas especies de microalgas, principalmente del grupo de los dinoflagelados, en grado de producir una serie de compuestos químicos potencialmente tóxicos para la fauna y para el hombre a través de la cadena alimentaria.

Riesgos: Análisis que relaciona la amenaza con los factores de vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el fin de determinar los posibles efectos y consecuencias físicas, sociales, económicas y ambientales asociadas a una o varias amenazas en un territorio y con referencia a unidades sociales y económicas particulares.

Quiste: Este término se adopta para las formas celulares de algas no-móviles que carecen de flagelos y son producidos por los dinoflagelados (ciclo de vida con la formación de quistes) cuando ellos tienen condiciones adversas y forman parte del sedimento; cuando las condiciones son favorables pueden germinar y producir “blooms” de algas .

Quistes de resistencia: es un cigoto perdurable que se forma en el proceso de la división sexual de los dinoflagelados. Los quistes requieren de un periodo de latencia obligatorio (según la especie), antes de ser capaces de restablecer una población móvil bajo condiciones favorables. Durante el periodo de latencia los quistes son sedimentados en fondos abiertos pueden ser transportados.

Reducción de riesgos: Son medidas y acciones que tienen la función de minimizar los riesgos en una sociedad, para evitar (Prevención) o reducir (mitigación) el impacto de un evento adverso, dentro del amplio contexto de desarrollo sostenible.

Resiliencia: Capacidad de un ecosistema, sociedad o comunidad de absorber un impacto negativo o de recuperarse una vez haya sido afectada por un evento adverso.

Trófico: relativo a la disponibilidad de alimento. El fitoplancton es el primer nivel trófico de la cadena alimenticia en el mar y ecosistemas acuáticos.

Vulnerabilidad: Factor interno de un sujeto, objeto o sistema expuesto a una amenaza, que incrementa su probabilidad de sufrir daños.

2.5. Identificación de variables

Las variables utilizadas en el desarrollo de esta tesis fueron:

- Variable dependiente: Fitoplancton (Y)
- Variables independientes: Factores ambientales (X)

2.6. Operacionalización de variables

La operacionalización de las variables, se las desarrolló con la información de datos obtenida del proyecto de SENESCYT INOCAR “Sistema de alertas de eventos oceánicos”, que corresponden al objetivo 1 de monitoreo oceánico en 4 sitios durante el 2013 y 2014; el monitoreo del 2015 solo se desarrolló con auspicio del INOCAR en el Proyecto de El Niño Monitoreo a 10 millas costa afuera. Los monitoreos multidiciplinarios se han ejecutado con metodologías estandarizadas, tanto de campo como de laboratorio.

Variables	Indicadores	Valor final	Escala de medición
Fitoplancton (Cel/l)	Especies	Abundancia >3%;	0 - 10 ⁷
	Diatomeas céntricas, Diatomeas pennadas, Dinoflagelados, Otros	Abundancia >2%;	0 - 10 ⁸
Parámetros ambientales u oceanográficos	Temperatura °C	Rangos	14.4-28.5°C
	Salinidad (UPS)	Rangos	29.4-36,2 UPS

que se relacionan con el fitoplancton	Nitrato	Rangos	0.003-27.6 $\mu\text{g-at/l}$
	Nitrito	Rangos	0.00-4.54 $\mu\text{g-at/l}$
	Fosfato	Rangos	0.05-4.23 $\mu\text{g-at/l}$
	Silicato	Rangos	0.3-38.5 $\mu\text{g-at/l}$
	Oxígeno	Rangos	0.7 a 5.6 ml/l

2.7. Matriz de Consistencia

En el Anexo 1 se expone el desarrollo de la matriz de consistencia de las variables por objetivos.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de Investigación

El tipo de investigación es observacional, debido a que los datos fueron obtenidos de muestras colectadas en 4 puntos geográficos, influenciados por las condiciones oceanográficas locales y regionales. La investigación es Longitudinal, el tema a desarrollarse tiene parámetros (variables) que fueron medidas mensualmente por un periodo desde el 2013 al 2015; es decir es un monitoreo a largo plazo en Oceanografía Operacional. El estudio tiene más de una variable, por consiguiente es analítico y multivariable, en donde estas pueden ser relacionadas, pone a pruebas hipótesis.

Esta tesis tiene una línea de investigación orientada hacia la oceanografía operacional en la componente del Fitoplancton y sus variables ambientales. Es descriptiva ya que describe fenómenos oceánicos con una temporalidad (mensuales y épocas estacionales), pueden ser incidentes y prevalentes. Es relacional, ya que se estimaron correlaciones entre las variables. Es explicativa, ya que el fitoplancton es dependiente de otras variables ambientales que van a influir en su abundancia de grupos funcionales/especies y diversidad.

El diseño de la investigación no es experimental, la estrategia de este estudio se agrupan en Epidemiológicos, debido a que durante el periodo de estudio se

realizaron estudios analíticos, que permitieron evaluar la abundancia o “bloom” de especies del fitoplancton que puedan causar incrementos masivos futuros en sectores productivos de la maricultura y en los posibles sitios donde se toma de agua de lastre. La unidad de estudio es comunitaria y ecológica de una población en una serie temporal de 3 años. La evaluación de la variabilidad de la abundancia del fitoplancton y sus variables ambientales, constituyó una herramienta útil como líneas bases biológicas, como validación de instrumentos legales en 4 sitios costeros, donde coinciden con la ruta del tráfico marítimo comercial.

3.2. Unidad de análisis

El fitoplancton y las variables ambientales, colectadas en 4 sitios costeros frente a Esmeraldas, Manta, La Libertad y Puerto Bolívar, durante 3 años (febrero 2013 al diciembre 2015). Se analizaron datos de abundancia del fitoplancton, composición de especies, que fueron agrupados en grupos funcionales: diatomeas céntricas, diatomeas pennadas, dinoflagelados y otros. Se estimaron las principales especies abundantes, por niveles de profundidad (>2%) y por épocas estacionales (>3%), se estimó su variabilidad mensual tanto en especies como en su abundancia, y su interrelación con las variables ambientales (temperatura, salinidad, oxígeno y nutrientes).

3.3. Población de estudio

La población del fitoplancton (principales grupos y especies) que se colectaron en 4 sitios frente a la costa (Esmeraldas, Manta, La Libertad y Puerto Bolívar), durante tres años con datos mensuales (2013 al 2015).

3.4. Tamaño de muestra

Las muestras de las variables ambientales y del fitoplancton cuantitativo, correspondió a un periodo del monitoreo mensual realizado en 4 sitios frente a la costa por tres años desde febrero 2013 a diciembre 2015; muestras que correspondieron al plan de monitoreo efectuado en el proyecto del “Estudio de El Niño” del Instituto Oceanográfico de la Armada, en el marco del Proyecto Regional El Niño-ERFEN en los países de la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS). Se colectó el fitoplancton con botella Van Dorn en cada 10m de profundidad (0, 10, 20, 30, 40, 50 y 75m) con un total de 952 muestras (cuantitativo). La data de las variables ambientales correspondió a un total de 952 muestras por cada parámetro; sin embargo en algunos gráficos fueron realizados hasta los 100m de profundidad con la finalidad de entender la tendencia de algunas variables.

3.5. Selección de muestra

La selección de las muestras de las variables ambientales y del fitoplancton en el mar ecuatoriano, correspondieron a las circunscripciones geográficas a 10 millas frente a la costa de Esmeraldas (Galeras-San Francisco), Manta, La Libertad (Península Santa Elena) y Puerto Bolívar (Isla Santa Clara), a fin de registrar la influencia de las condiciones oceanográficas en una columna de agua hasta los 75 m de profundidad.

Los 4 sitios de estudio se encuentran ubicados en el Océano Pacífico Este Tropical. La costa ecuatoriana está influenciada por dos regiones biogeográficas (Sullivan y Bustamante, 1999): 1) Eco-región Bahía de Panamá (Península Azuero hasta Bahía de Caráquez); 2) Ecorregión Guayaquil (Bahía Caráquez hasta la península Illescas en Perú), que se caracteriza por la influencia estacional de la

Corriente de Humboldt que choca con las aguas tropicales de la Bahía de Panamá formando el Frente Ecuatorial (Figura 5).

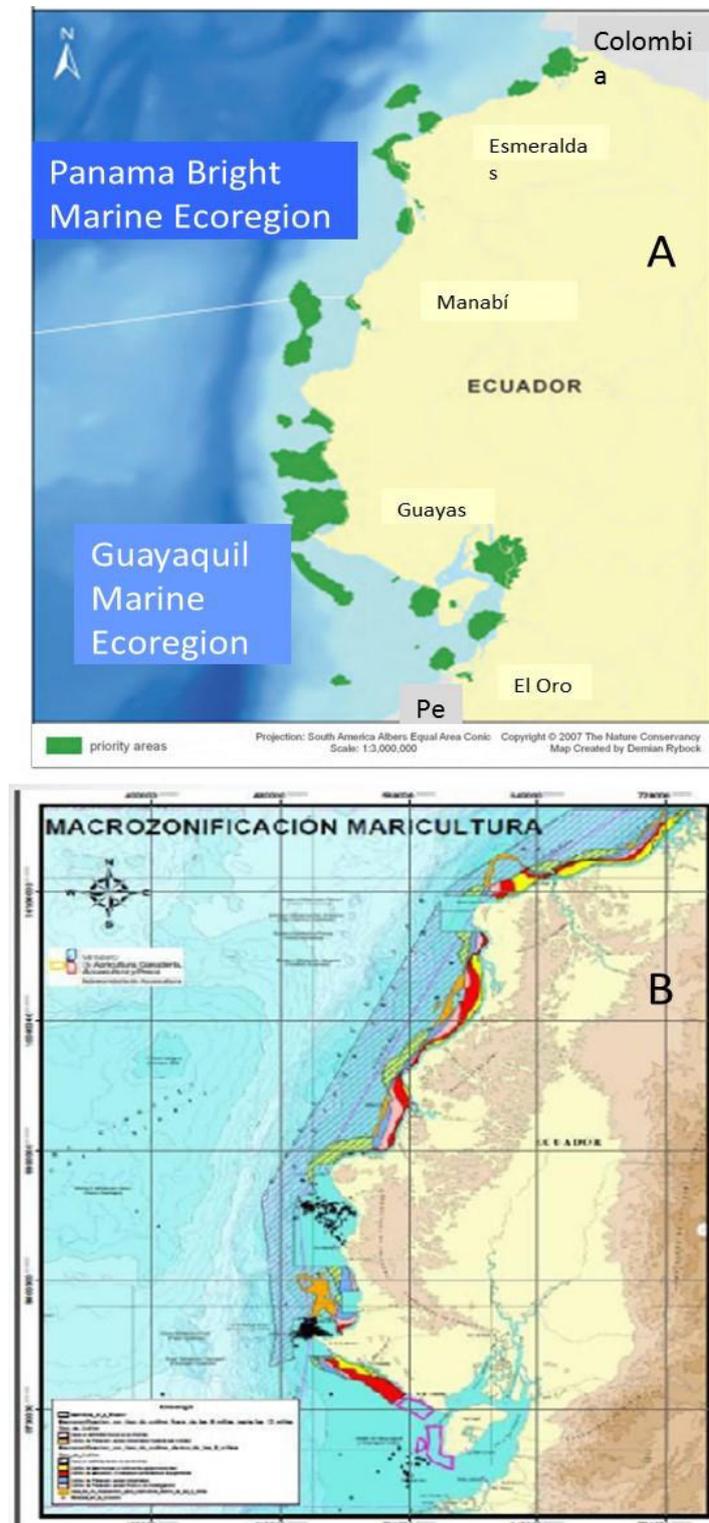


Figura 5. Costa del Ecuador, áreas marinas prioritarias para la Conservación (A) y zonas costeras para la maricultura. **Fuente:** (Sullivan y Bustamante 1999; MAGAP, 2016).

Esta región se caracteriza por una variabilidad oceanográfica compleja única, con un Frente Ecuatorial bien definido donde eventualmente ocurre el eventos El Niño/La Niña. Climatológicamente se identificaron dos épocas: húmeda (diciembre a abril) y seca (mayo a noviembre).

El principal sistema de Corrientes marinas que tienen influencia en el área de estudio, del norte la Corriente cálida de Panamá y Corriente de El Niño; del sur la corriente fría de Humboldt y consecutivos aportes de afloramientos; del Oeste la Corriente de Cromwell y consecutivas ondas Kelvin. El Niño, también llamado ENSO (“El Niño Southern Oscillation”), es un cambio en el sistema océano-atmósfera que ocurre en el Océano Pacífico Ecuatorial (franja cercana al Ecuador), generalmente entre diciembre y marzo. Sin embargo, durante el periodo de esta investigación, se pronosticó el calentamiento del Océano Pacífico en el primer semestre del 2014 y del 2015, la comunidad internacional declararon como evento El Niño solo el 2015.

3.6. Técnicas de recolección de Datos

Este estudio se localizó en la zona comprendida entre 00°89 N y 03°03 Latitud Sur que comprende el borde costero del Ecuador, con cuatro puntos geográficos situados a 10 millas de las localidades costeras frente a Esmeraldas (Galeras-San Francisco), Manta, La Libertad (Península de Santa Elena) y Puerto Bolívar (Figura 6).

Todas las estaciones tienen una profundidad estimada a 100 m, con excepción de la estación del sur que está ubicada aproximadamente a 27 millas, al interior de la plataforma submarina en una fosa que tiene 90m de profundidad, al noreste de la Isla Santa Clara en el Golfo de Guayaquil (externo).

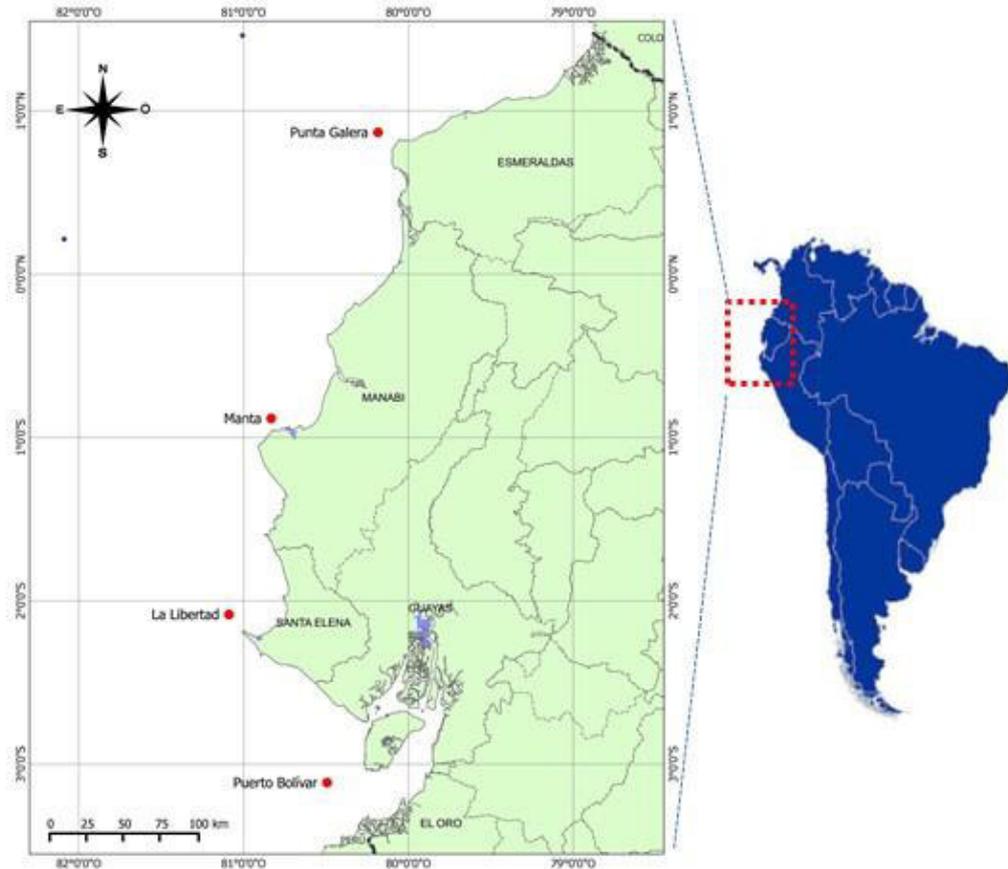


Figura 6. Ubicación geográfica de los 4 sitios de estudio frente a la costa ecuatoriana. **Fuente:** (Torres, 2017).

El monitoreo se lo efectuó en una embarcación artesanal, con una periodicidad mensual desde febrero 2013 a diciembre del 2015, entre las 09h00 a 12h00; en cada año se incluyeron dos épocas estacionales húmeda (diciembre a abril) y seca (mayo a noviembre). No se consideraron muestras replicas por el alto costo del muestreo y tiempo de los análisis taxonómicos.

La caracterización de la temperatura y salinidad se obtuvieron con lances de un CTD a 100m de profundidad en cada uno de los sitios de estudio. Los datos fueron procesados con el software propio del equipo SEABIRD, por el personal de la División de Oceanografía Física del INOCAR.

Para la toma de las muestras de agua se utilizó una botella Van Dorn de 3 litros, la misma que fue cerrada a diferentes profundidades estandarizadas (0, 10, 20, 30, 40, 50 metros) de la cual se colectaron las siguientes alícuotas:

Se colectaron 500 ml en botellas plásticas tratadas (lavado previo) para nutrientes (nitrato, silicato, nitrito y fosfato) en cada profundidad, las mismas que fueron filtradas al vacío y congeladas hasta su posterior análisis en el Laboratorio de Oceanografía Química del INOCAR. Se recolectaron dos alícuotas de agua de 300ml en botellas de DBO para determinación de oxígeno disuelto las que fueron fijadas a bordo.

Para estimar la abundancia del fitoplancton (cuantitativo), se colectaron muestras de 250 ml, se fijaron con solución lugol; las muestras se almacenaron en lugar oscuro, hasta su posterior análisis microscópico en el Laboratorio de la División de Biología Marina del Instituto Oceanográfico de la Armada.

Variables Ambientales

En la componente de las variables de oxígeno, nutrientes y fitoplancton, la metodología del laboratorio se efectuó mediante dos tipos de análisis:

La determinación del oxígeno disuelto se realizó mediante volumetría, aplicando el método Iodo métrico - modificación de azida. Procedimiento Específico de Ensayo para Oxígeno Disuelto PEE/LAB-DOQ/01, basado en el Standard Methods 21st Edition for the examination of wáter & wastewater (2005), aplicable para el análisis de oxígeno disuelto en aguas de mar y de estuarios en el rango desde 0,14 mg/l hasta 9,00 mg/l.

Las muestras para el análisis de nutrientes, fueron filtradas con filtros millipore de 0.45 μ , y analizadas mediante las diferentes técnicas descritas en el “A Practical Handbook Of Sea Water Analysis” (Strickland and Parsons. 1972), y leídas a diferentes longitudes de onda en un espectrofotómetro digital.

La determinación del fosfato, se basó en la reacción del fosfato con molibdato en medio ácido, para formar ácido 12-molibdofosfórico y la posterior reducción de éste a un complejo fosfomolibdato de color azul intenso, cuya absorbancia fue medida fotométricamente, con un rango entre 0,08 a 6 μ g-at/l.

Los métodos para la determinación de silicato en agua de mar tienen como fundamento la formación de un heteropoliácido por reacción del ácido orto silícico con molibdato en medio ácido, formándose un complejo de color azul como resultado de la reducción del ácido β -silicomolibdico, para luego ser medido fotométricamente, en un rango entre 0,1 a 140 μ g-at/l.

La determinación de este parámetro se basa en una reacción de diazotación, cuando se agrega el ácido sulfanilamida en presencia de nitrito forma una sal de diazonio, la misma que al agregarse α -naftilamina, reacción que lleva a la formación

de un compuesto azo rosado, cuya intensidad de absorbancia depende del contenido del ion nitrito presente en las muestras, el rango de determinación de este método está entre 0,01 a 2,5 $\mu\text{g-at/l}$.

El nitrato existente en el agua de mar se reduce casi cuantitativamente a nitrito, cuando una muestra es pasada por una columna que contiene limaduras de cadmio cubierta con cobre metálico. El nitrito producido se determinó por diazotación con sulfanilamida y por combinación con N-1 Naftil Etilendiaminadi hidrocloreuro, para formar un tinte azo fuertemente coloreado cuya absorbancia es proporcional a la cantidad de nitrato inicialmente presente, cuyo rango de detección está entre 0,05 a 45 $\mu\text{g-at/l}$.

Variables del Fitoplancton:

El método cuantitativo (conteo Celular): se utilizó la metodología de Uthermol (1958), homogenizándose la muestra por 1 minuto y colocada en cámara de sedimentación (25ml) durante 24 horas, posteriormente se procedió al contaje de los organismos en un transepto horizontal de la cámara; después de este conteo se analizó un transepto vertical a fin de registrar especies con bajas abundancias. El análisis de contaje como la identificación taxonómica se la realizó utilizando el microscopio invertido Leica (400 X de magnificación). Mediante formulación los datos fueron convertidos en cél/l .

Para la identificación taxonómica del fitoplancton, se realizó a nivel de especie y en algunos casos a nivel de género, se utilizaron los trabajos de Pesantes (1983),

Jiménez (1983), Zambrano (1983), Balech (1988), Taylor et al. (1995) y Tomas (1997); en algunos casos se recurrieron a sitios web de bases de datos taxonómicos del fitoplancton. El análisis taxonómico fue realizado en 0, 10, 20, 30, 40, 50, 75 m de profundidad para cada sitio de muestreo. En los géneros típicamente coloniales como *Leptocylindrus*, *Skeletonema*, *Pseudo-nitzschia*, o *Chaetoceros*, se contabilizaron todos los individuos existentes en la colonia.

Para caracterizar la comunidad microalgal, se realizó agrupamientos tanto de grupos funcionales como especies del fitoplancton, reconociéndose 4 taxones para la costa ecuatoriana: diatomeas céntricas, diatomeas pennadas, dinoflagelados y otros (se consideraron las otras taxas del fitoplancton: cianobacterias, flagelados, tintínidos, silicoflagelados, ciliados).

3.7. Análisis e interpretación de la información

Para el análisis de las variables ambientales, se realizó una representación espacial gráfica mediante un proceso de interpolación y extrapolación mensual de los tres años, obtenidos en 7 niveles de profundidad desde la superficie hasta los 100m de profundidad (columna de agua) para cada sitio a, fin de dar una tendencia espacial de las variables durante los tres años, aplicando el programa Ocean Data View (ODV). Se efectuaron agrupamientos de los datos por nivel de profundidad: a) capa superficial (0 y 10m), b) capa intermedia 20m, y capa profunda (30 a 75m), promediando los datos mensualmente y aplicando el error estándar para probar su dispersión o fluctuación del periodo de muestreo de los tres años. Los datos también fueron agrupados por épocas estacionales (húmeda y seca) a fin de probar la variabilidad de los parámetros ambientales aplicando el diagrama de cajas y bigotes (Box-Plot). A todos los datos se les aplicó el test de Kruskal-Wallis como prueba de ajuste para la normalidad de los datos. Se realizaron cuadros descriptivos de cada variable ambiental para cada sitio de estudio (Anexo 2).

Toda la data biológica obtenida en 7 niveles de profundidad (0 a 75 m), también fue agrupada en: **a)** capa superficial (0 y 10 m), **b)** capa intermedia 20m, **c)** capa profunda (30 a 75 m), principalmente en base a la temperatura y la posición de la termoclina. El análisis exploratorio de los datos, mostró que las variables no presentaron una distribución normal por lo cual fueron transformadas a $\text{Log}(x+1)$, antes de realizar la interpolación en ODV. Se evaluó la variabilidad de las medianas (mensual por tres años) del fitoplancton total y de los tres grupos funcionales (diatomeas céntricas, pennadas y dinoflagelados), aplicando el error estándar para probar su dispersión o fluctuación del periodo de muestreo. Los datos fueron agrupados por épocas estacionales (húmeda y seca) aplicando el diagrama de cajas y bigotes (Box-Plot); con el test de Kruskal-Wallis como prueba de ajuste para la normalidad de los datos.

Se preparó una lista de especies de fitoplancton cuantitativo registradas entre el 2013 al 2015, en 4 sitios, agrupadas por taxas o División del fitoplancton, por grupos funcionales (diatomeas céntricas, diatomeas pennadas, dinoflagelados; otros grupos como cianofitas, euglenas, ciliados y tintinnidos), por géneros, especie identificada y el código de la especie aplicada en cuadros y figuras (Anexo 3). Esto requiere un menor grado de especialización que la identificación de especies, y aunque no son indicadores tan finos como estas, permiten visualizar la trama trófica de la comunidad.

Para la valoración del análisis comunitario (fitoplancton), se determinaron la riqueza de especies y se estimó el índice de Diversidad de Shannon y Weaver (H'), los datos reportados en bits.cel^{-1} , donde 1 bit es igual a una unidad; el índice de equitabilidad/equidad (Evenness J') fue calculado siguiendo a Pielou (1967), este índice expresa la homogeneidad o heterogeneidad en la distribución de las especies en la comunidad del fitoplancton. Ambos índices han sido considerados como una medida relativa de diversidad biológica más ampliamente utilizados en ecología del fitoplancton.

La abundancia relativa de las especies del fitoplancton fue calculada de dos formas: a) Variabilidad de especies ($> 2\%$) por profundidad para los tres años de estudio, siguiendo el ejemplo dado en Lobo y Leighton (1986), obteniéndose un listado de especies por profundidad y por año y especies por época estacional (Anexo 4); b) Variabilidad de las especies más abundantes ($>3\%$) por cada época estacional (húmeda y seca) en los 4 sitios de estudio, durante el 2013 al 2015 (Anexo 5).

Los rangos de abundancia relativa del fitoplancton, fueron clasificados desde el análisis descriptivo de frecuencias de datos superficiales y subsuperficiales, utilizando la Agrupación visual (SPSS), aplicando un mínimo de 25000 a 1500000 cel/l (cuantitativo); en base a estos agrupamientos de densidad celular se propusieron 7 clases de rangos de células.

Para analizar la relación entre las variables ambientales y biológica, se realizaron tres matrices: a) variables ambientales (temperatura, salinidad, oxígeno y nutrientes); b) los principales grupos funcionales (diatomeas céntricas, diatomeas pennadas y dinoflagelados) incluyendo índice de diversidad-riqueza y géneros más frecuentes (*Chaetoceros*, *Rhizosolenias*, *Nitzschias* (incluyendo *Pseudonitzschia*), *Gymnodinium*, *Prorocentrum*, *Gyrodinium* y *Myrionecta rubra*); c) la relación entre variables ambientales y especies frecuentes. Se realizó la matriz de correlaciones de Spearman para todas las variables ambientales y biológicas. Se realizó un análisis de las interacciones físico-químicas con los principales grupos funcionales del fitoplancton mediante la correlación cruzada, método que analiza simultáneamente la oscilación de dos series de tiempo a 12 meses, considerándose solo el retardo hasta 6 meses (Legendre and Legendre, 1983; Pagou K y L. Ignatiades, 1988). Ambas relaciones fueron probado con el análisis de correspondencias canónica (CCA) usando el software CANOCO 4,5 (ter Braak y Smilauer, 2002) por año y nivel de profundidad (0-10 m, 20 m y 30-75 m).

Listas de especies del fitoplancton referencialdes del riesgo de la maricultura y agua de lastre de buques, y su relación con las especies registradas.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis, interpretación y discusión de resultados

4.1.1 Variabilidad espacio-temporal ambiental - oceanográfica

Temperatura: En el periodo de esta investigación 2013 al 2015, la temperatura del mar registrado en 4 sitios en la columna de agua de 100 m, evidenció influencias del calentamiento causado por el evento El Niño 2015-2016 (Figura 7). En Esmeraldas registró la mayor temperatura superficial que los otros sitios de estudio durante el 2015.

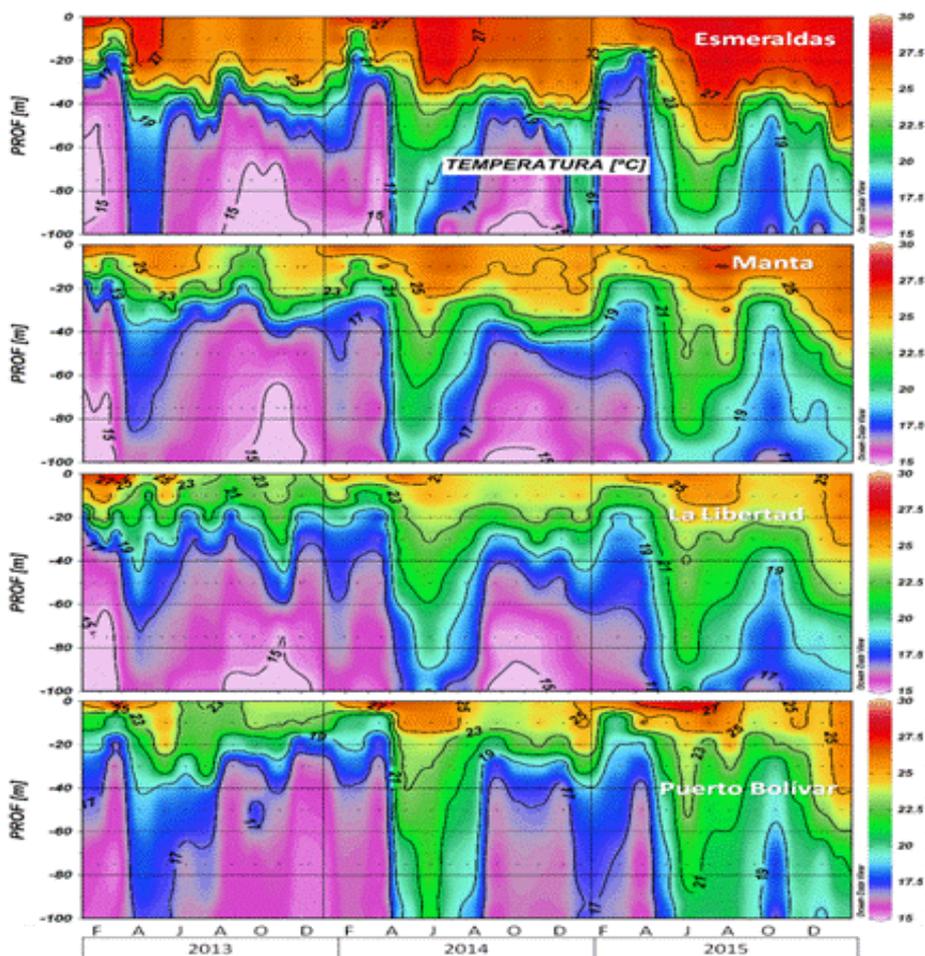


Figura 7. Distribución mensual de Temperatura y su variabilidad en 4 sitios durante el 2013 y 2015.
Fuente: (Torres, 2017)

En relación a la variabilidad mensual de la temperatura (2013 al 2015) por profundidad, a nivel superficial (0-10m), el promedio y error estándar fueron más estables (con mínimos en febrero y máximos en mayo para ambas épocas) que en los otros dos niveles subsuperficiales donde registraron mayor variabilidad en los 4 sitios (Figura 8). A 20m, en la época húmeda fue más variable y se registraron diferencias en los 4 sitios: Esmeraldas y Manta con promedios más altos (18.7°C en marzo y 25.2°C en diciembre), mientras que en la época seca Esmeraldas registró promedios más altos que los otros sitios con mínimos (26.45 °C) en agosto y máximos (27.36) en mayo, es decir fue casi homogéneo y más cálido solo en Esmeraldas. En 30-75m mantienen una tendencia similar a la registrada a 20m, superando su variabilidad pero con aguas más frías con un mínimo (15.9°C) en marzo y máximos (21°C) en diciembre para la época húmeda; mientras que en la época seca fue algo más cálida, con un mínimo (17.3°C) en agosto-septiembre y máximo (22°C) en mayo (Figura 8).

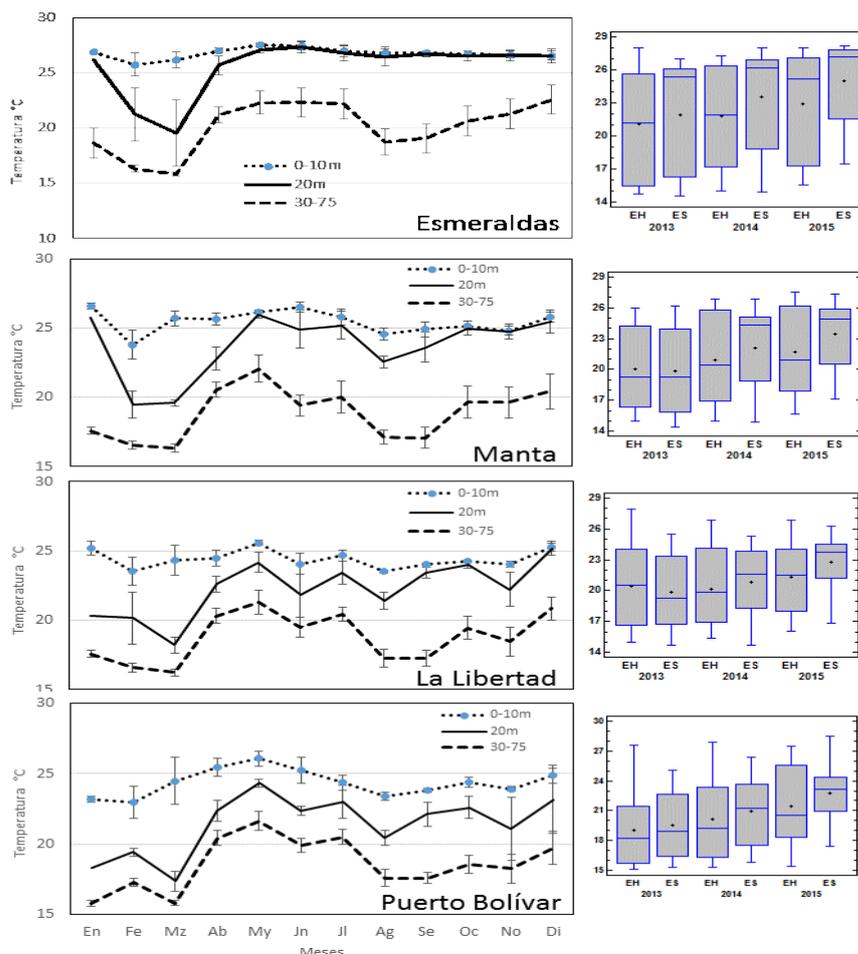


Figura 8. Distribución del promedio y error estándar mensual de temperatura; su respectiva variabilidad estacional en época húmeda (EH) y en época seca (ES), en 4 sitios durante el 2013 y 2015. **Fuente:** (Torres, 2017)

En relación a la variabilidad estacional de época húmeda y época seca de los tres años (diagrama de cajas en Figura 8), la temperatura presentó ligeras diferencias estadísticamente significativas entre las medianas en los 4 sitios, con un nivel del 95.0% de confianza. Durante el 2015 se registraron aguas más cálidas que el 2013 y 2014, principalmente en Esmeraldas y Manta (Figura 7). El análisis del rango/desviación estándar desde los promedios mínimos y máximos de temperatura para cada sitio de estudio (Anexo 2), también confirmaron que a mayor desviación estándar o amplitud del rango, estos se incrementaron con la profundidad, principalmente en la época húmeda en 10, 20 y 30-75 m de profundidad que en la época seca (30-75m) en los tres años, es de mencionar que la mayor variabilidad fue

incrementando con la profundidad en ambas épocas, principalmente en Esmeraldas y Manta, mientras que en La Libertad y Puerto Bolívar disminuyeron.

En el Pacífico Sudeste, existe una alta variabilidad oceanográfica de origen local y a diferentes escalas temporales (estacional, interanual y decadal); formando un Frente Ecuatorial (FE) frente a la costa ecuatoriana, evidenciando masas de aguas cálidas al norte (Esmeraldas) provenientes de la Cuenca de Panamá y aguas frías al sur (La Libertad y Puerto Bolívar) relacionadas con la Corriente de Humboldt con una marcada zona de surgencias al norte de las costas de Perú principalmente desde julio a diciembre (Graco et al., 2007).

En esta región también se han observado indicadores océano-atmosféricos relacionados con El Niño Oscilación del Sur (ENOS); se han reconocido dos fases, cálida conocida como El Niño y fría conocida como La Niña. Durante el periodo de esta investigación, los años 2014 y 2015 frente a las costas de Ecuador han registrado condiciones más cálidas al norte en Esmeraldas (norte del FE); desde mayo a julio 2015, se han registrado valores de temperatura del mar superior a 3°C sobre la normal, reforzada por la Onda Kelvin (fase cálida), evidenciando condiciones cálidas de El Niño en el Pacífico en los sitios de monitoreo de 10 millas frente a las costas de Ecuador (ERFEN, 2015).

En los promedios mensuales de la TSM (1900-2014) frente a las costas del Ecuador, Breaker et al. (2016), mencionaron un promedio de TSM de 25.97°C frente a Esmeraldas, 24.81°C frente a Manta y 23.38°C en el Golfo de Guayaquil externo. Al comparar los datos de este estudio (Esmeraldas con 26.49; 27.0; 27.3°C; Manta con 25.03, 25.8, 26.07; Golfo con 24.6, 25.3, 26.48°C; para 2013, 2014 y 2015 respectivamente en cada sitio), fueron superiores los promedios debido a la formación del evento El Niño.

Condiciones oceanográficas similares de TSM fueron registradas al norte del Perú fueron registrada por Morón et al. (2015) y Quispe-Cclluaril (2016), mencionaron que desde enero a agosto 2013 se registró un periodo frío; desde mayo a julio 2014 se registró un periodo de condiciones cálidas que se debieron al efecto de desarrollo de condiciones El Niño en los periodos noviembre 2014 a enero 2015.

Salinidad: Los datos registrados en 4 sitios en la columna de agua de 100 m, evidenció mayor variabilidad en la columna de agua entre los 10 a 20 m de profundidad, principalmente en Esmeraldas que registró aguas con menor salinidad en la época seca en relación a los otros sitios; frente a Puerto Bolívar se registró ligera influencia de aguas menos salinas en febrero y marzo a nivel superficial (Figura 9).

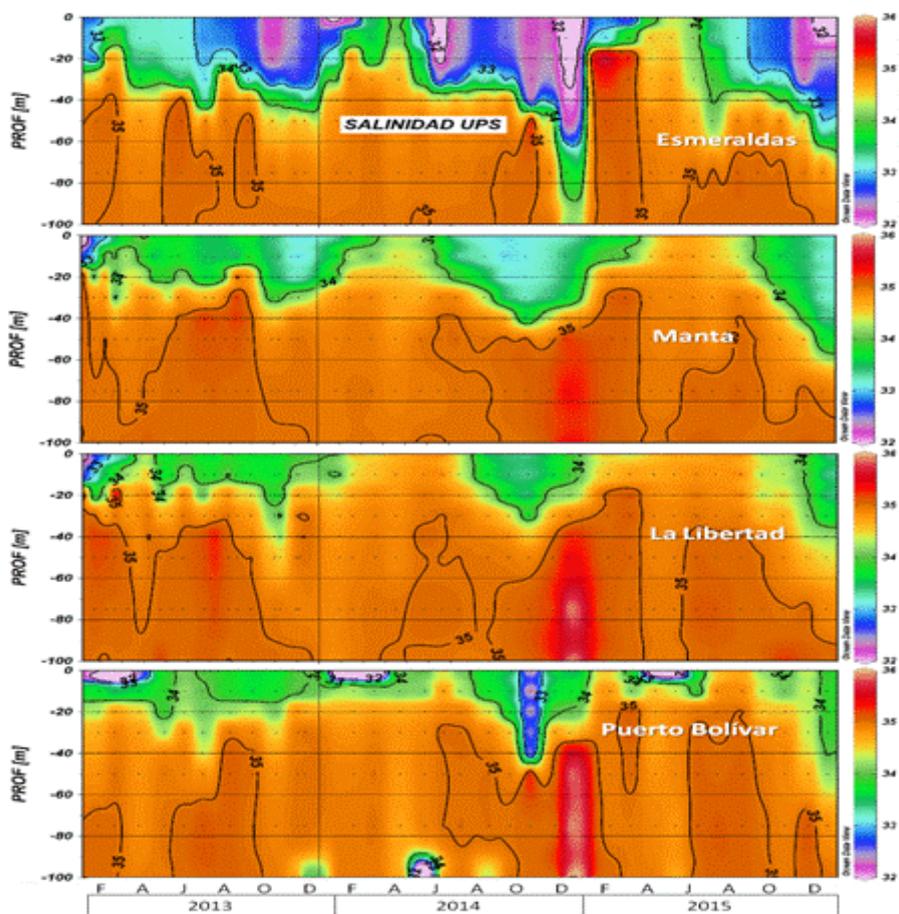


Figura 9. Distribución mensual de salinidad y su variabilidad, en 4 sitios durante el 2013 y 2015.

Fuente: (Torres, 2017)

El promedio mensual de salinidad en los tres años, fue más variable en Esmeraldas y Puerto Bolívar, principalmente a nivel superficial (0 a 20m), siendo más homogénea a mayor profundidad (35-75m); registró mayor densidad en los meses más cálidos de febrero a mayo en la columna de agua; mientras que en los meses de junio a octubre fue más estable en la columna de agua de los 0 a 20 m (Figura 10).

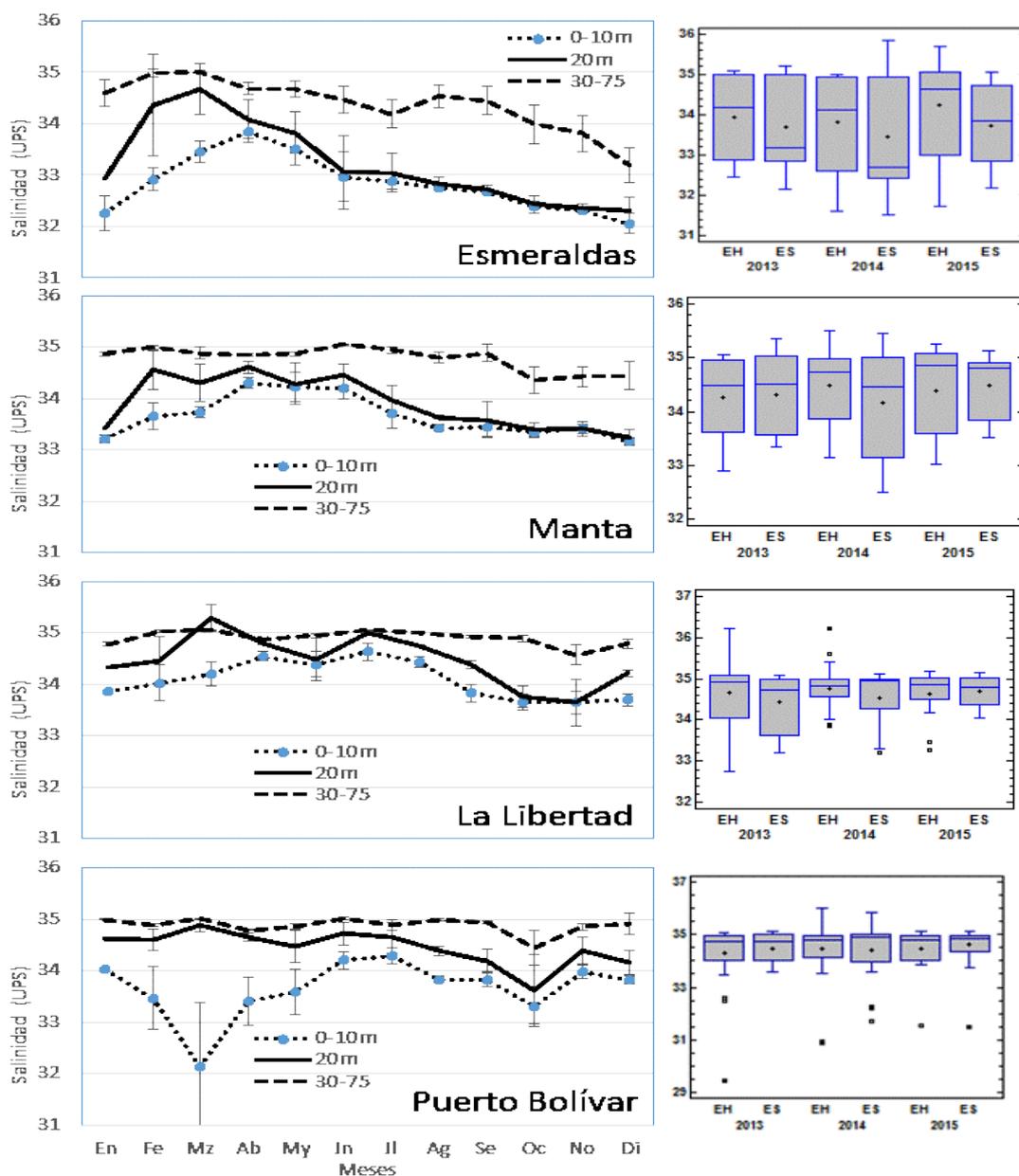


Figura 10. Distribución del promedio y error estándar mensual de salinidad; su respectiva variabilidad estacional en época húmeda (EH) y en época seca (ES), en 4 sitios durante el 2013 y 2015. **Fuente:** (Torres, 2017)

En la época húmeda, diciembre registró los valores mínimos en la columna de agua de los sitios de estudio; mientras que las máximas densidades registraron diversos meses entre enero a abril. En la época seca, los mínimos se registraron en noviembre (Esmeraldas) y octubre (Manta, La Libertad y Puerto Bolívar); mientras que los máximos se registraron en mayo y junio.

En relación a la variabilidad estacional de época húmeda y época seca de los tres años (diagrama de cajas en Figura 10), la salinidad presentó diferencia estadísticamente significativa entre las medianas solo en Esmeraldas, en los otros sitios evidenció una menor dispersión la salinidad, con un nivel del 95.0% de confianza. Durante el 2015 se registraron aguas más salinas que el 2013 y 2014 en Manta, La Libertad y Puerto Bolívar

El promedio de salinidad a nivel superficial en los 4 sitios de estudio (32.81-33.65 UPS en 2013; 32.48- 33,74 UPS en 2014; 33.12 – 34.15 UPS en 2015), en su mayoría correspondió a Aguas Tropicales Superficiales (ATS), según Okuda et al 1983. El análisis del rango/desviación estándar desde los promedios mínimos y máximos de salinidad para cada sitio de estudio (Anexo 2).

Oxígeno (OD): Los datos de OD registrados en 4 sitios (Figura 11), evidenciaron mayor variabilidad en la columna de agua entre los 20 a 40 m de profundidad en Esmeraldas, mientras que en Manta y La Libertad se registró más superficial (10 a 20m), En Puerto Bolívar se registraron pequeñas influencias de aguas menos oxigenadas en febrero y marzo.

En relación a la variabilidad de los promedios mensuales del oxígeno (Figura 12), a nivel superficial (0-10m) fue más homogénea que en los otros dos niveles subsuperficiales en los 4 sitios; en la época estacional húmeda en Esmeraldas y Manta registró rangos entre 4.33 y 4,82 ml/l, mientras que en La Libertad y Puerto Bolívar el rango fue ligeramente variable en todo el año (3.77 a 4.88 ml/l).

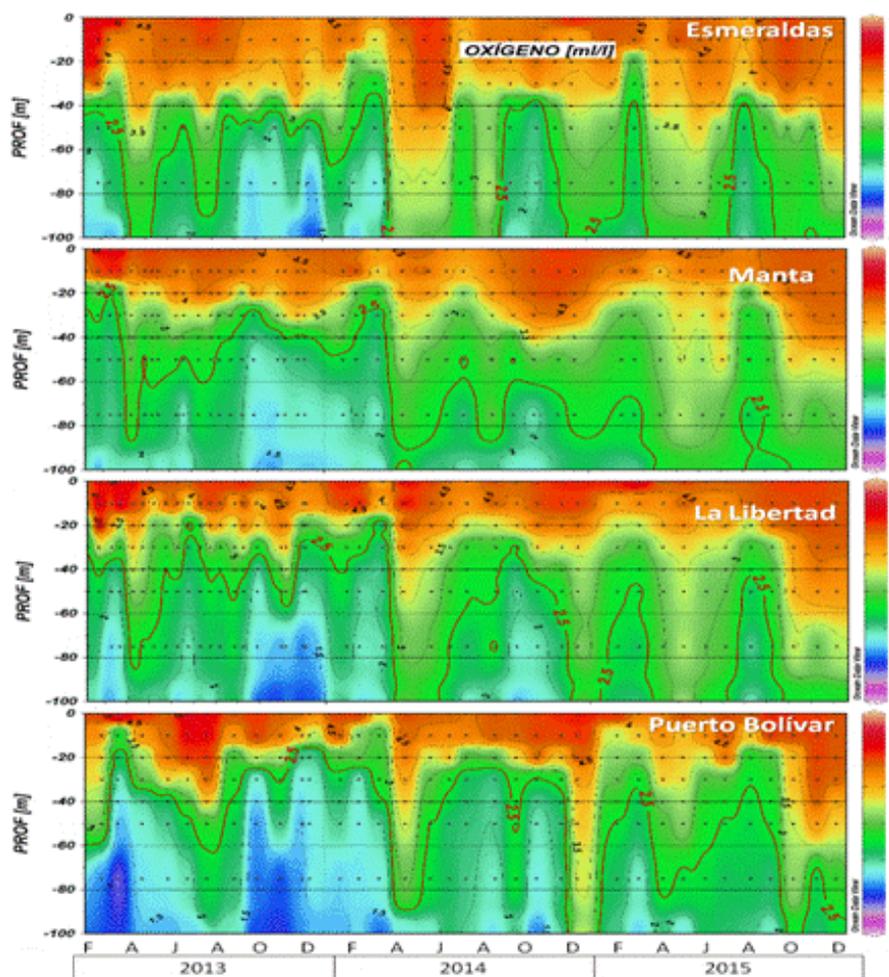


Figura 11. Distribución mensual de oxígeno disuelto y su variabilidad, en 4 sitios durante el 2013 y 2015.
Fuente: (Torres, 2017)

A 20m los promedios registraron mayor rango de variabilidad (entre 2.65 – 4.72 ml/l). En el nivel 30-75m se evidenciaron las menores concentraciones de oxígeno (entre 2.02 – 3.83 ml/l). Los promedios mínimos de oxígeno (<2.0ml/l) se registraron en el 2013 y 2014 a 30-75m de profundidad en los 4 sitios, mientras que en el 2015 solo se registró en Puerto Bolívar (Figura 12). Se evidenció diferencias estadísticamente significativas entre las medianas en La Libertad (0-10m), en Manta (20m), mientras que en el nivel de 30-75m fue significativo en Esmeraldas, Manta y La Libertad, con un nivel de 95.0% de confianza.

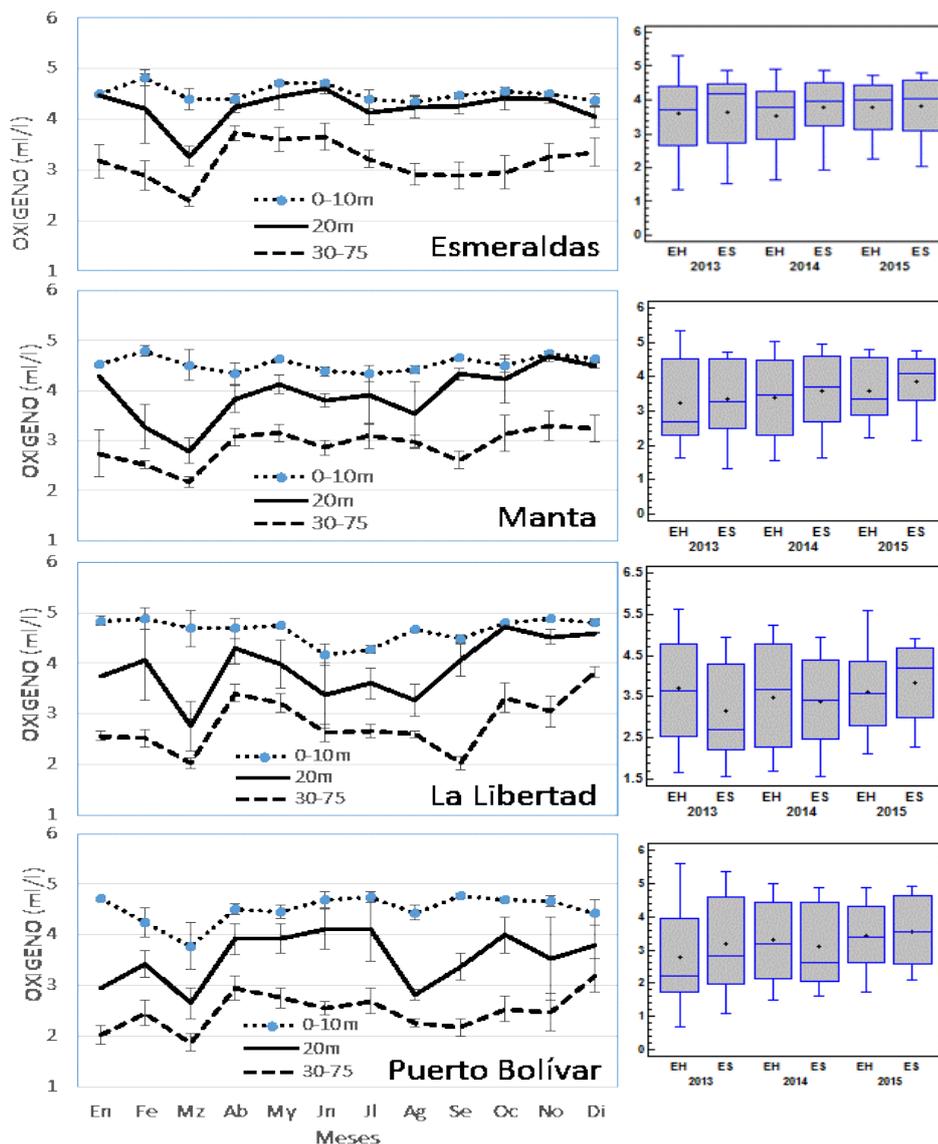


Figura 12. Distribución del promedio y error estándar mensual de oxígeno disuelto; su respectiva variabilidad estacional en época húmeda (EH) y en época seca (ES), en 4 sitios durante el 2013 y 2015. **Fuente:** (Torres, 2017)

En relación a la variabilidad estacional de época húmeda y época seca de los tres años, el oxígeno presentó diferencias estadísticamente significativa entre las medianas de La Libertad y Puerto Bolívar; mientras que en Esmeraldas y Manta fueron más homogéneas (Figura 12), con un nivel del 95.0% de confianza. El análisis del rango/desviación estándar desde los promedios mínimos y máximos de oxígeno disuelto para cada sitio de estudio (Anexo 2). Roegner et al. (2011), mencionan que los niveles de saturación de oxígeno varían en relación con la temperatura.

A nivel superficial (0-10m) en los 4 sitios, los promedios de oxígeno fueron de 4.2-4.9 ml/l (2013), 4.2-4.5 ml/l (2014), 4.3-4.8 ml/l (2015); a los 20m con promedios de 3.2-4.3 ml/l (2013), 3.6 -4.0 ml/l (2014), 3.7-4.0 ml/l (2015). Entre los 30 a 75m los promedios en los tres años fueron casi similares (2.6 -3.1 ml/l 2013 y 2014; 3.3-3.4 ml/l (2015); sin embargo en este nivel de profundidad se obtuvieron datos menores de oxígeno (1.3 -1.7 ml/l en el 2013 y 2014) y 2.6-3.1 ml/l (2015) en los 4 sitios. Roegner et al. (2011), mencionan que el oxígeno es un trazador no conservador y su concentración, es afectada por muchos factores ambientales y biológicos; consiguiendo categorizar concentraciones determinadas que puedan causar estrés biológico en la maricultura del salmón: **1)** hipóxico o severo estrés biológico (0 a 2 mg/l); **2)** moderado estrés biológico (2 a 4 mg/l); **3)** leve estrés biológico (4 a 6 mg/l); **4)** normoxic (6 a 9 mg/l); y **5)** supersaturado (9 o 10 mg/l). Las categorías 1 a 3 se consideran como condiciones bajas de oxígeno. En los resultados de esta investigación, la mayor parte de datos estarían categorizados en el nivel 3 y otros en el nivel 2. Sin embargo, en el Golfo de Guayaquil se han registrado algunos eventos de mortalidad de peces desde 1982 al 2009 (Torres, 2012). La concentración del oxígeno disuelto es un parámetro clave en la distribución y abundancia de los organismos marinos (FAO, 2016).

Nitrato: Los procesos biogeoquímicos junto con la dinámica oceanográfica del área, determinan no solo los cambios espaciales sino también la variabilidad temporal de los nutrientes. Durante esta investigación en 4 sitios costeros en la columna de agua de 100 m, evidenció una capa superficial con bajas concentraciones en los tres años, siendo esta más evidente durante el 2015 por la influencia del calentamiento causado por el evento El Niño 2015-2016 (Figura 13).

En Esmeraldas fue más evidente observar las bajas densidades, por ser el sitio que registró la mayor temperatura superficial, con excepción de marzo (2013 y 2015) en que registraron incrementos, lo que puede estar relacionado por el aporte subsuperficial de aguas afloradas de la cuenca de Panamá.

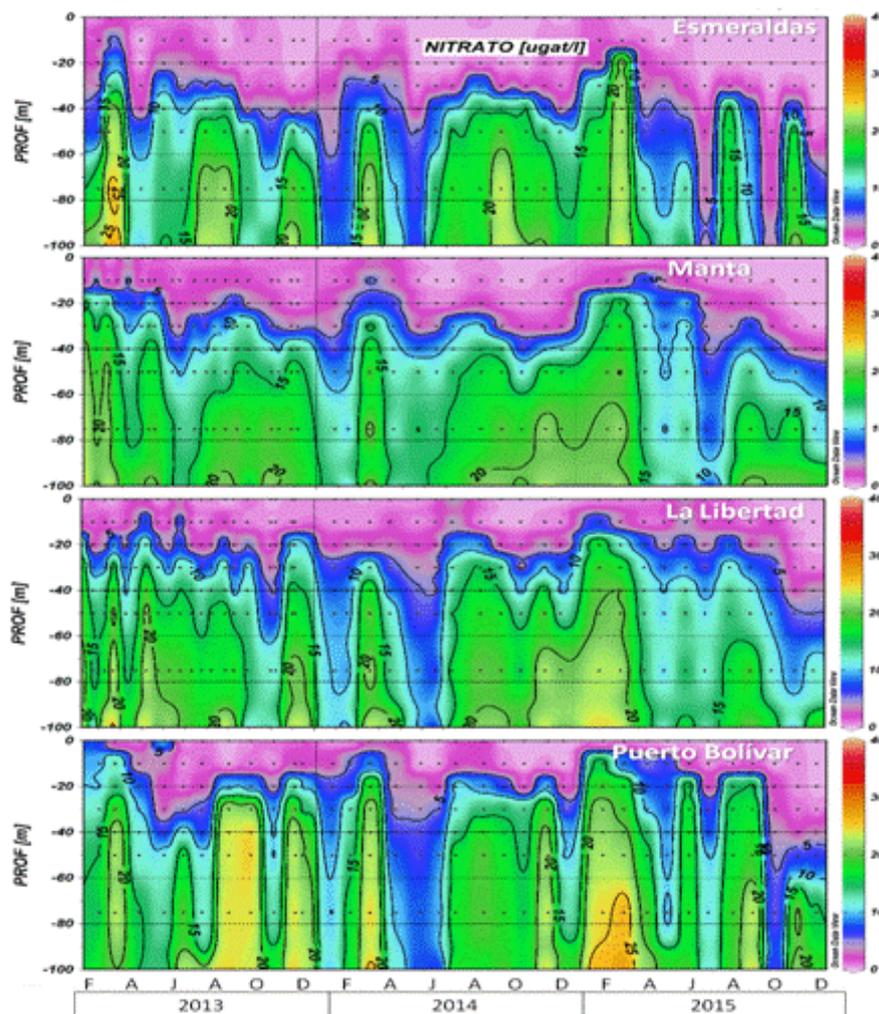


Figura 13. Distribución mensual de nitrato y su variabilidad, en 4 sitios durante el 2013 y 2015.
Fuente: (Torres, 2017)

En relación a la variabilidad de los promedios mensuales del nitrato (Figura 14), a nivel superficial (0-10m) se registró la menor concentración (entre 0.11 – 6.43 ug.at/l) y fue más estable que en los otros dos niveles subsuperficiales en los 4 sitios, con promedio más alto en junio (La Libertad) y septiembre (Puerto Bolívar). A 20m los promedios mensuales se incrementaron con mayor rango de variabilidad (entre 0.14 – 16.82 ug.at/l), los promedios de mayor concentración fueron en marzo (Esmeraldas y Manta), agosto (La Libertad) y en marzo (Puerto Bolívar). En el nivel de los 30 a 75m se evidenciaron mayores concentraciones de nitrato (entre 3.62 – 22.74 ug.at/l), con máximos en marzo para los 4 sitios de estudio. Se evidenció diferencias estadísticamente significativas del nitrato en Manta (en los tres niveles de profundidad), en La Libertad y Puerto Bolívar (0-10 y 20m) y en Esmeraldas (30-

75m). En relación a la variabilidad estacional de época húmeda y época seca de los tres años, el nitrato presentó diferencias estadísticamente significativas entre las medianas solo en Manta (Figura 14), con un nivel del 95.0% de confianza.

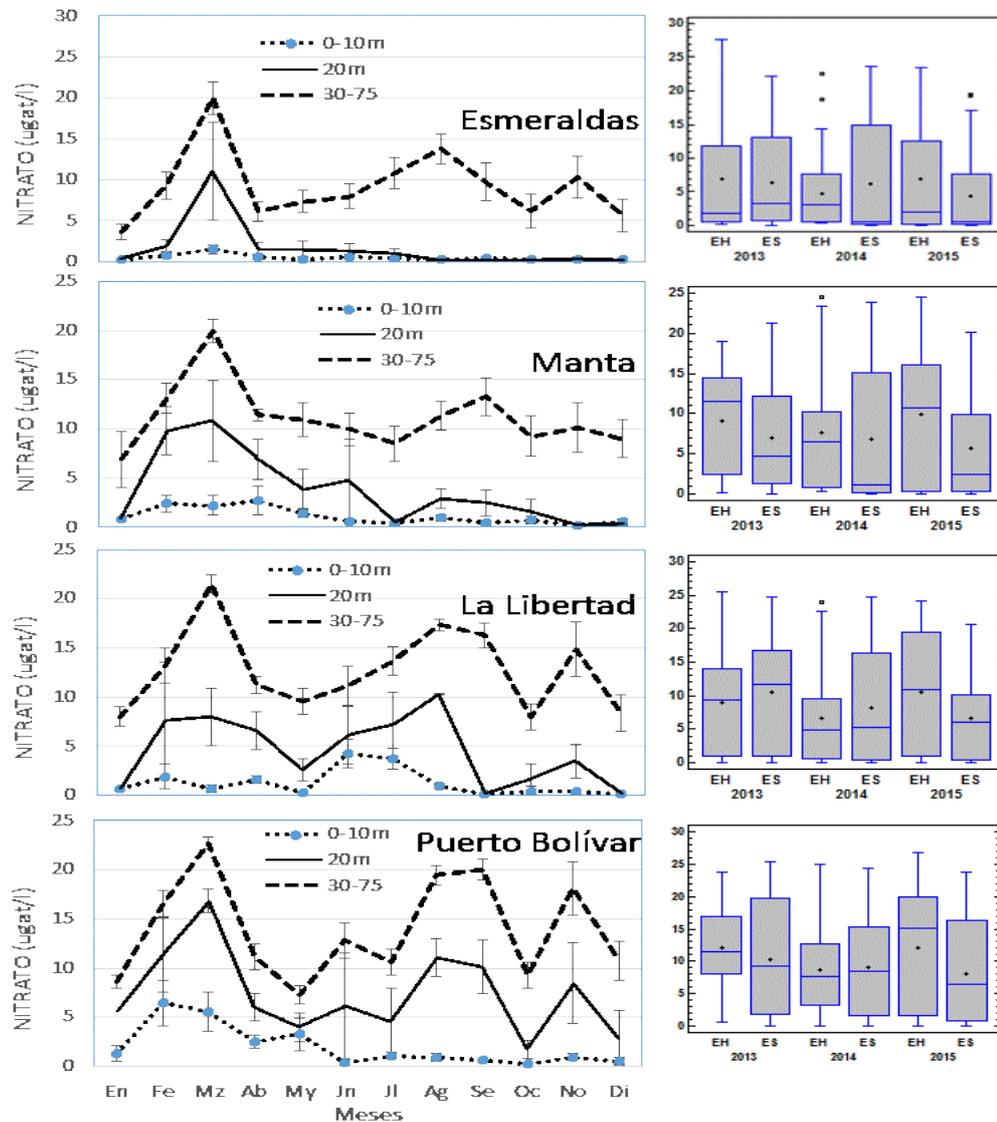


Figura 14. Distribución del promedio y error estándar mensual de nitrato; su respectiva variabilidad estacional en época húmeda (EH) y en época seca (ES), en 4 sitios durante el 2013 y 2015. **Fuente:** (Torres, 2017)

Fosfato: La distribución espacio temporal en la columna de agua, el 2013 evidenció altas densidades que en el 2014 y 2015. Durante el 2014 y 2015 se registraron incrementos subsuperficiales esporádicos en algunos meses en Esmeraldas y Puerto Bolívar, mientras que en Manta y La Libertad fueron más evidentes las menores densidades (Figura 15).

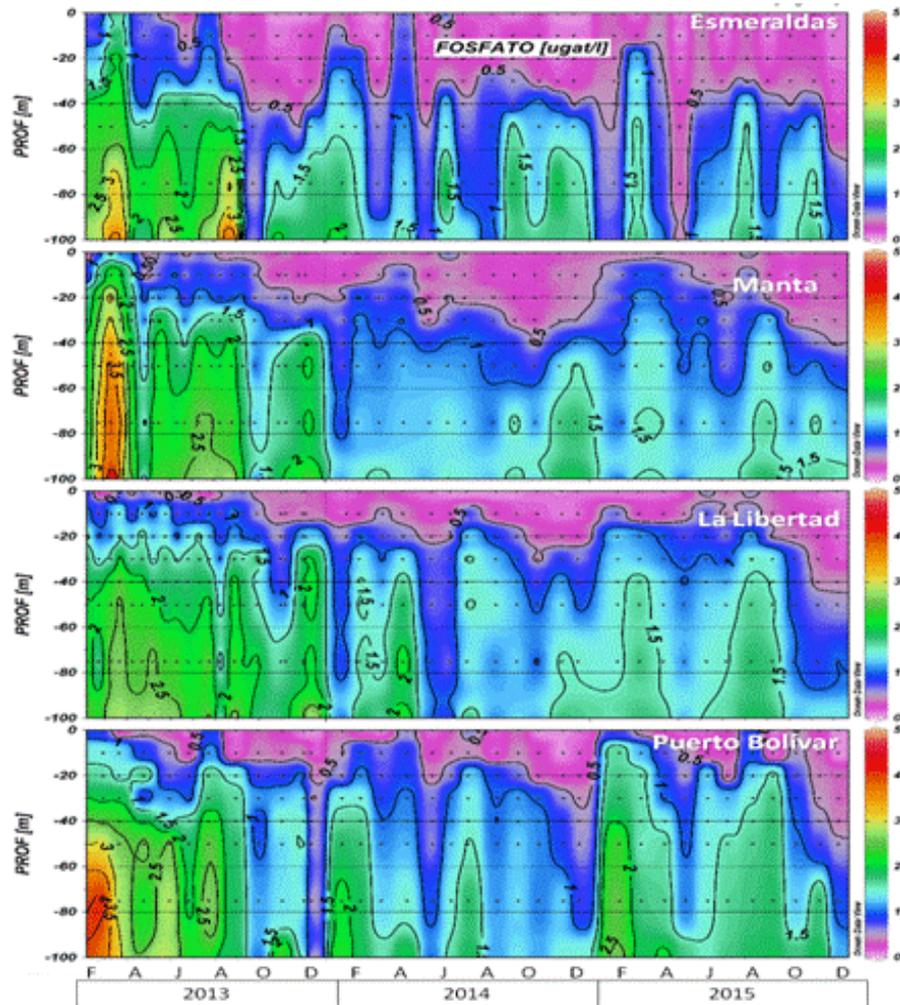


Figura 15. Distribución mensual de fosfato y su variabilidad, en 4 sitios durante el 2013 y 2015.

Fuente: (Torres, 2017)

En relación a la variabilidad de los promedios mensuales del fosfato (Figura 16), a nivel superficial (0-10m) registró la menor concentración (rango entre 0.09 – 0.97 ug.at/l), fueron más estables que en los otros dos niveles subsuperficiales en los 4 sitios; con promedio más alto en marzo (Esmeraldas, Manta, La Libertad) y febrero (Puerto Bolívar). A 20m los promedios mensuales se incrementaron con mayor rango de variabilidad (entre 0.13 – 1.46 ug.at/l), los promedios de mayor concentración fueron en marzo (Esmeraldas y Manta), julio (La Libertad) y en febrero (Puerto Bolívar). En el nivel de los 30 a 75m se evidenciaron mayores concentraciones de nitrato (entre 0.43 – 2.26 ug.at/l), con máximos en marzo (Esmeraldas y Manta), abril (La Libertad) y en Feb (Puerto Bolívar).

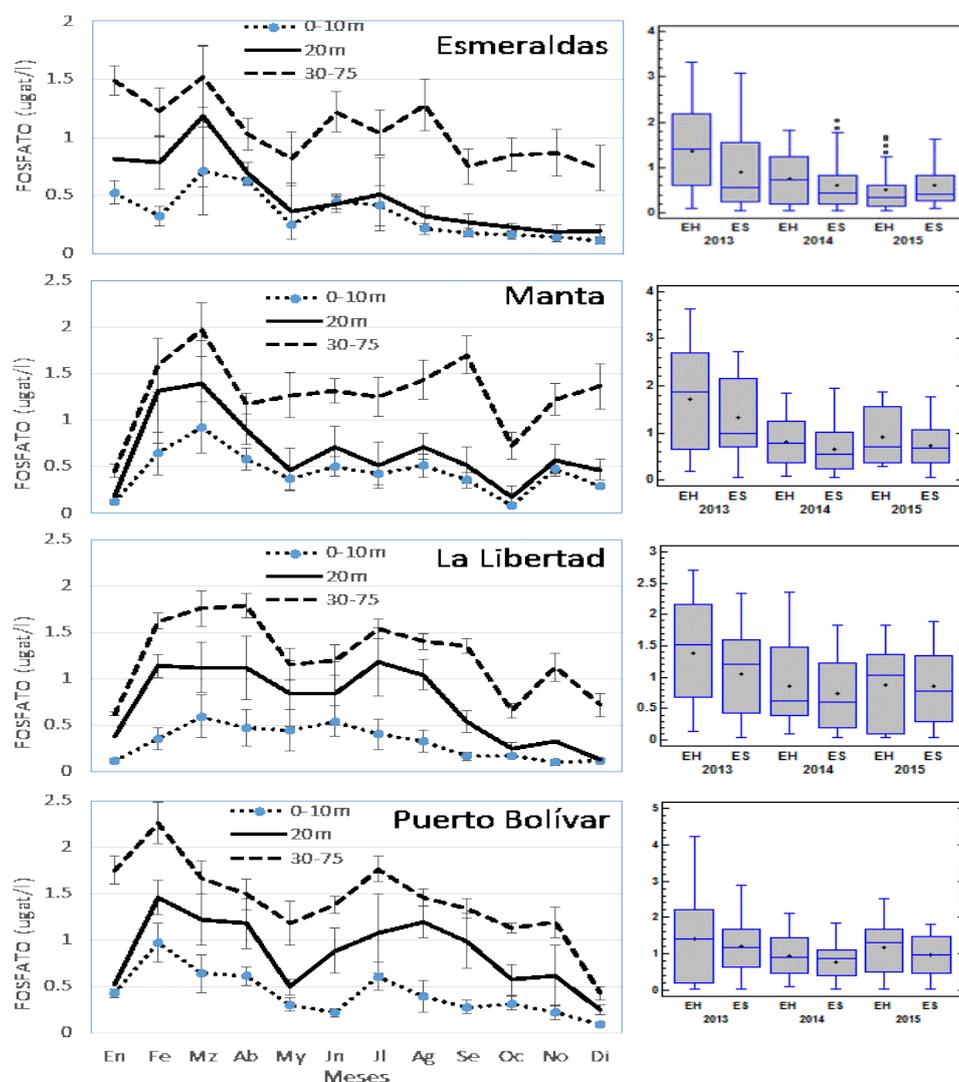


Figura 16. Distribución del promedio y error estándar mensual de fosfato; su respectiva variabilidad estacional en época húmeda (EH) y en época seca (ES), en 4 sitios durante el 2013 y 2015. **Fuente:** (Torres, 2017)

Se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas del nitrato en el nivel de 0-10m para Esmeraldas, Manta y Puerto Bolívar; en el nivel de 20m fue significativo solo en La Libertad; en el nivel de los 30 a 75m fue significativo en Manta y Puerto Bolívar, con un nivel del 95.0% de confianza. En relación a la variabilidad estacional de época húmeda y época seca de los tres años, el fosfato presentó diferencias estadísticamente significativa entre las medianas en los 4 sitios de estudio (Figura 16), con un nivel del 95.0% de confianza.

Silicato: La distribución espacio temporal del silicato en la columna de agua de 100 m, durante el 2013 evidenció bajas densidades a nivel superficial, siendo más evidentes en el 2015 por la presencia de aguas cálidas de El Niño; flujos de altas densidades se observaron a nivel subsuperficial en algunos meses en el 2013 y 2014 en los 4 sitios de estudio (Figura 17).

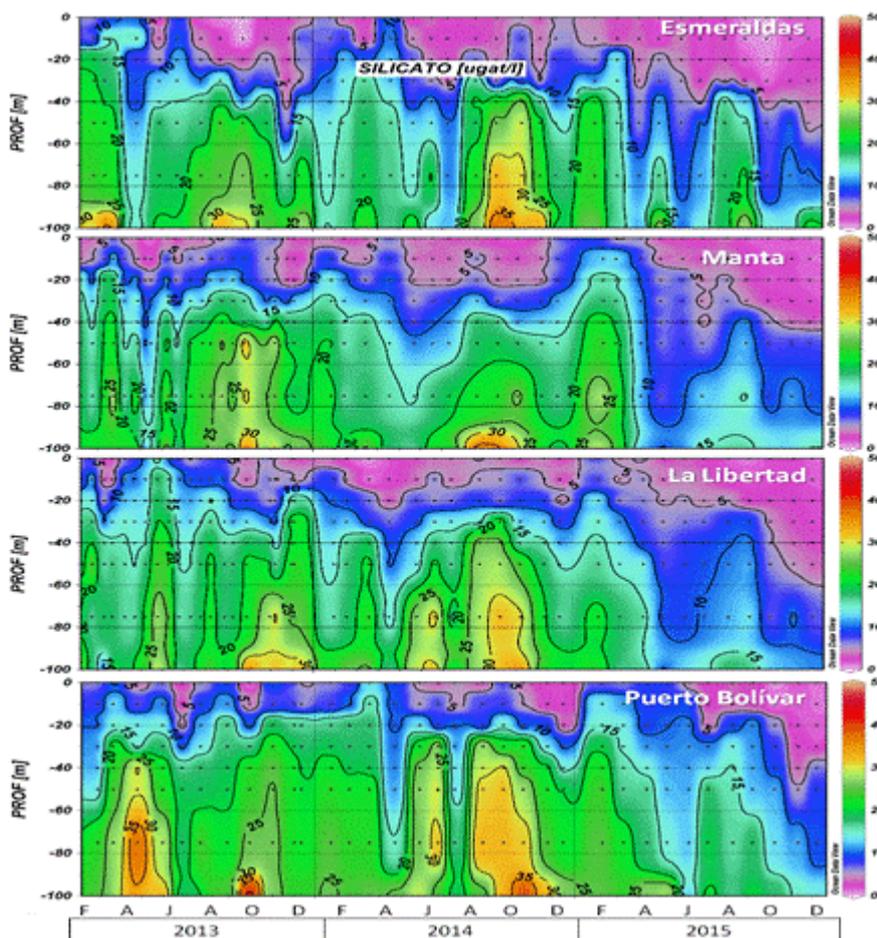


Figura 17. Distribución mensual de silicato y su variabilidad, en 4 sitios durante el 2013 y 2015.

Fuente: (Torres, 2017)

En relación a la variabilidad de los promedios mensuales del silicato (Figura 18), a nivel superficial (0-10m) registró la menor concentración (entre 1.41 – 11.90 ug.at/l), fueron más estables que en los otros dos niveles subsuperficiales en los 4 sitios; con promedio más alto en abril (Esmeraldas), enero (Manta), mayo (La Libertad) y marzo (Puerto Bolívar). A 20m los promedios mensuales se incrementaron con mayor rango de variabilidad (entre 1.77 – 16.63 ug.at/l), los promedios de mayor concentración fueron en marzo (Esmeraldas), enero (Manta y Puerto Bolívar) y febrero (La Libertad). En el nivel de los 30 a 75m se evidenciaron mayores concentraciones de silicato (entre 8.25 – 23.79 ug.at/l), con máximos en febrero (Esmeraldas), enero (Manta y Puerto Bolívar), septiembre (La Libertad). Se evidenció diferencias estadísticamente significativas del fosfato en el nivel de 0-10m en todos los 4 sitios; en el nivel de 20m fue significativo solo en Esmeraldas; en el nivel de los 30 a 75m fue significativo en Esmeraldas, Manta y La Libertad, con un nivel del 95.0% de confianza.

En relación a la variabilidad estacional de época húmeda y época seca de los tres años, el fosfato presentó diferencias estadísticamente significativas entre las medianas en Esmeraldas, Manta y La Libertad (Figura 18), con un nivel del 95.0% de confianza.

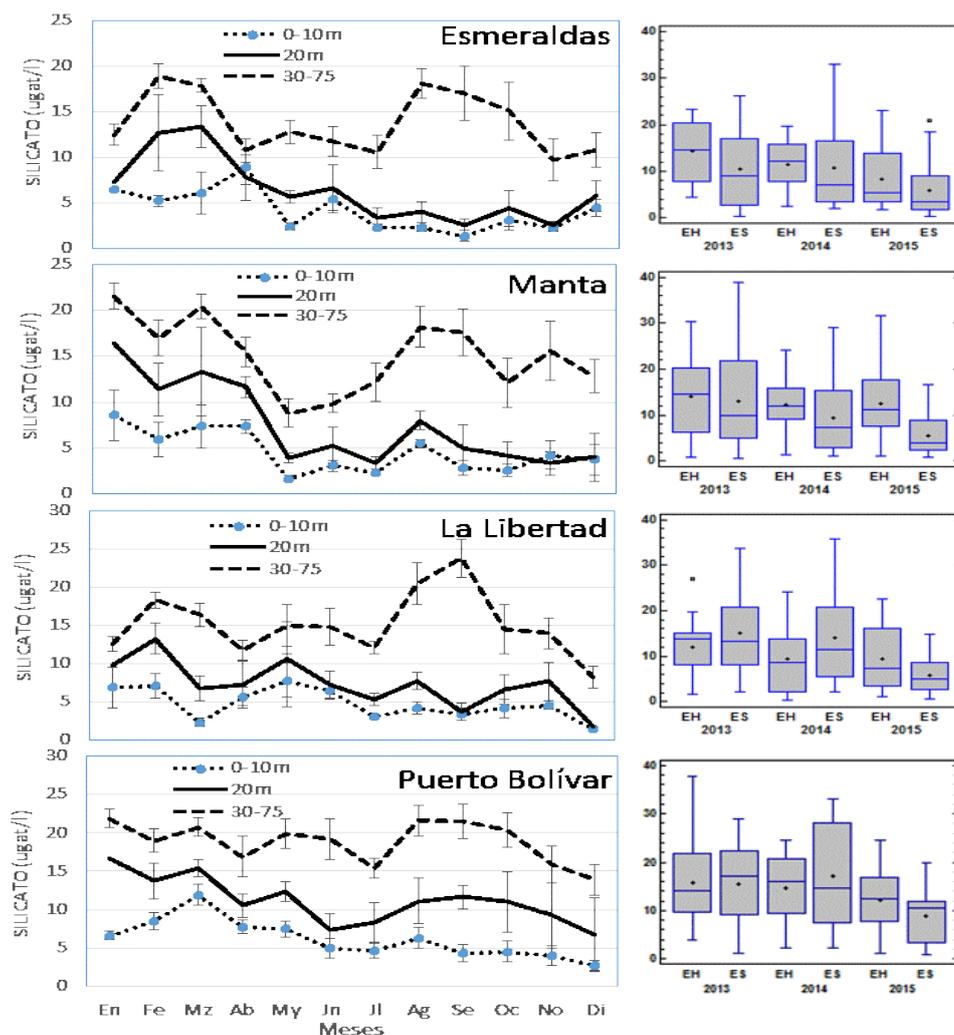


Figura 18. Distribución del promedio y error estándar mensual de silicato; su respectiva variabilidad estacional en época húmeda (EH) y en época seca (ES), en 4 sitios durante el 2013 y 2015. **Fuente:** (Torres, 2017)

Nitrato: La distribución espacio temporal del nitrato en la columna de agua, evidenció bajas densidades a nivel superficial y subsuperficial con excepción de pequeños núcleos subsuperficiales en los tres años en Esmeraldas y Manta; incrementándose en La Libertad y Puerto Bolívar (Figura 19).

En relación a la variabilidad de los promedios mensuales del nitrato (Figura 20), a nivel superficial (0-10m) registró la menor concentración (entre 0.02 – 2.98 ug.at/l), fueron más estables que en los otros dos niveles subsuperficiales en los 4 sitios; con promedio más alto en marzo (Esmeraldas), junio (Manta y La Libertad), febrero (Puerto Bolívar).

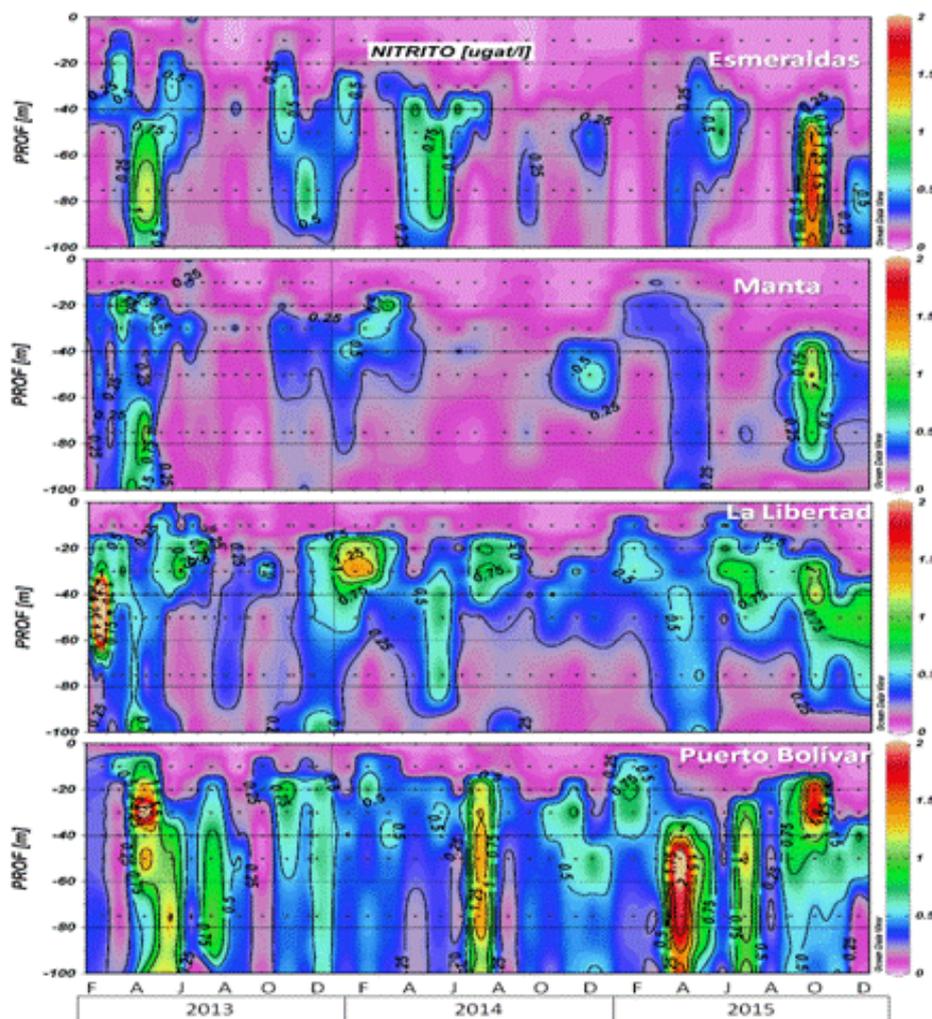


Figura 19. Distribución mensual de nitrito y su variabilidad, en 4 sitios durante el 2013 y 2015.

Fuente: (Torres, 2017)

A 20m los promedios mensuales se incrementaron con mayor rango de variabilidad (entre 0.02 – 1.23 ug.at/l), los promedios de mayor concentración fueron en marzo (Esmeraldas, Manta), enero (La Libertad), Octubre (Puerto Bolívar). En el nivel de los 30 a 75m se evidenciaron mayores concentraciones de silicato (entre 0.11 – 1.15 ug.at/l), con máximos en octubre (Esmeraldas y Puerto Bolívar), febrero (La Libertad) y julio (Puerto Bolívar).

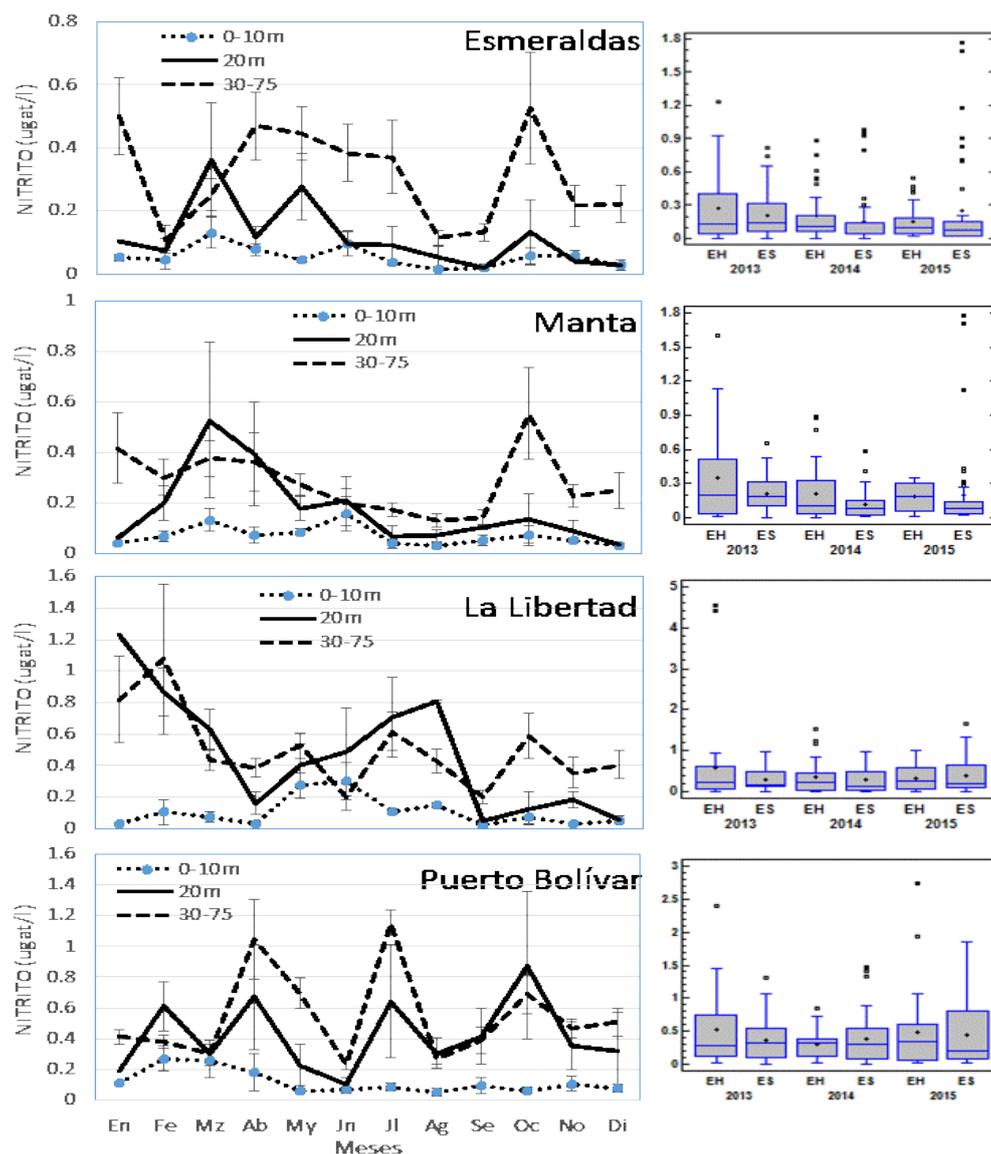


Figura 20. Distribución del promedio y error estándar mensual de nitrato; su respectiva variabilidad estacional en época húmeda (EH) y en época seca (ES), en 4 sitios durante el 2013 y 2015. **Fuente:** (Torres, 2017)

Se evidenciaron diferencias mensuales estadísticamente significativas del nitrato en todos los tres niveles de profundidad solo en La Libertad; el nivel de 0-10m fue significativo en Esmeraldas; en el nivel de los 30 a 75m fue significativo en Esmeraldas y Manta, con un nivel del 95.0% de confianza. En relación a la variabilidad estacional de época húmeda y época seca de los tres años, el nitrato presentó diferencias estadísticamente significativa entre las medianas solo en Manta (Figura 20), con un nivel del 95.0% de confianza.

El análisis del rango/desviación estándar desde los promedios mínimos y máximos de nitrato, fosfato, nitrito y silicato para cada sitio de estudio (Anexo 2).

La posición de un Frente Ecuatorial en el Pacífico frente a la costa central Ecuador, el encuentro de las corrientes (cálidas del norte y frías del sur), hacen susceptible la variabilidad espacio temporal registrada en las variables físico-químicas en este estudio. Los rangos de nutrientes reportados frente a costas de Perú en Graco et al (2007), registran variabilidad estacional en relación a la dinámica oceanográfica y distribución de masas de aguas. Es importante destacar que las concentraciones de nitrato y fosfato son típicos de aguas oceánicas asociadas a Humboldt que hacen posible una alta productividad fitoplanctónica. Guzmán et al (2012), mencionan que en aguas del Pacífico colombiano de Tumaco, registran variabilidad por la influencia marina y por el aporte de los ríos, siendo agosto el mes de mayor aporte de agua dulce y menor contenido de oxígeno.

En el atlas oceanográfico (INOCAR, 2001), se mencionaron las condiciones de los nutrientes para la época húmeda y época seca durante el periodo entre 1988 a 1999, con promedios y rangos para nutrientes, oxígeno, salinidad y temperatura.

4.1.2 Variabilidad Espacio-temporal del Fitoplancton

Los resultados de la distribución espacio temporal, en base a la densidad del fitoplancton en la columna de agua de 75m desde el 2013 al 2015, ha evidenciado que la mayor productividad fue sobre los 20m de profundidad, con parches de abundancia en los meses entre la época lluviosa (marzo-abril) a la época seca (junio a agosto); la densidad algal evidenció una ligera estacionalidad, la misma que registró diferencias por cada sitio en cada año (Figura 21).

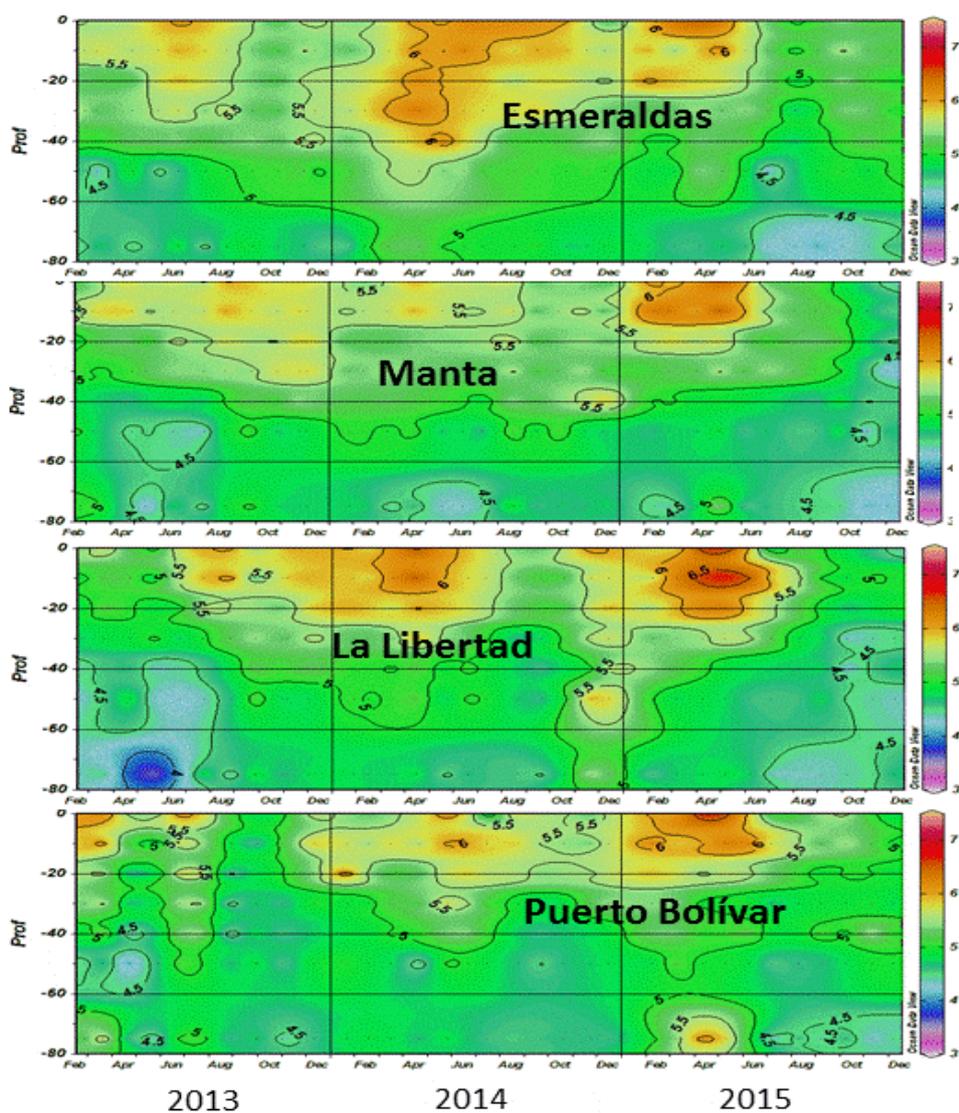


Figura 21. Distribución espacio temporal del fitoplancton (log cel/l), en 4 sitios durante el 2013 y 2015.
Fuente: (Torres, 2017)

Alta densidad algal fue observada en la capa superficial de los 20m, estos ocurrieron desde abril a julio (2013), marzo a septiembre (2014) y el primer trimestre del 2015 principalmente en Esmeraldas y La Libertad; las bajas densidades fueron observadas en el segundo semestre del 2015 por la presencia de aguas cálidas de El Niño, principalmente en Esmeraldas y Manta (Figura 22).

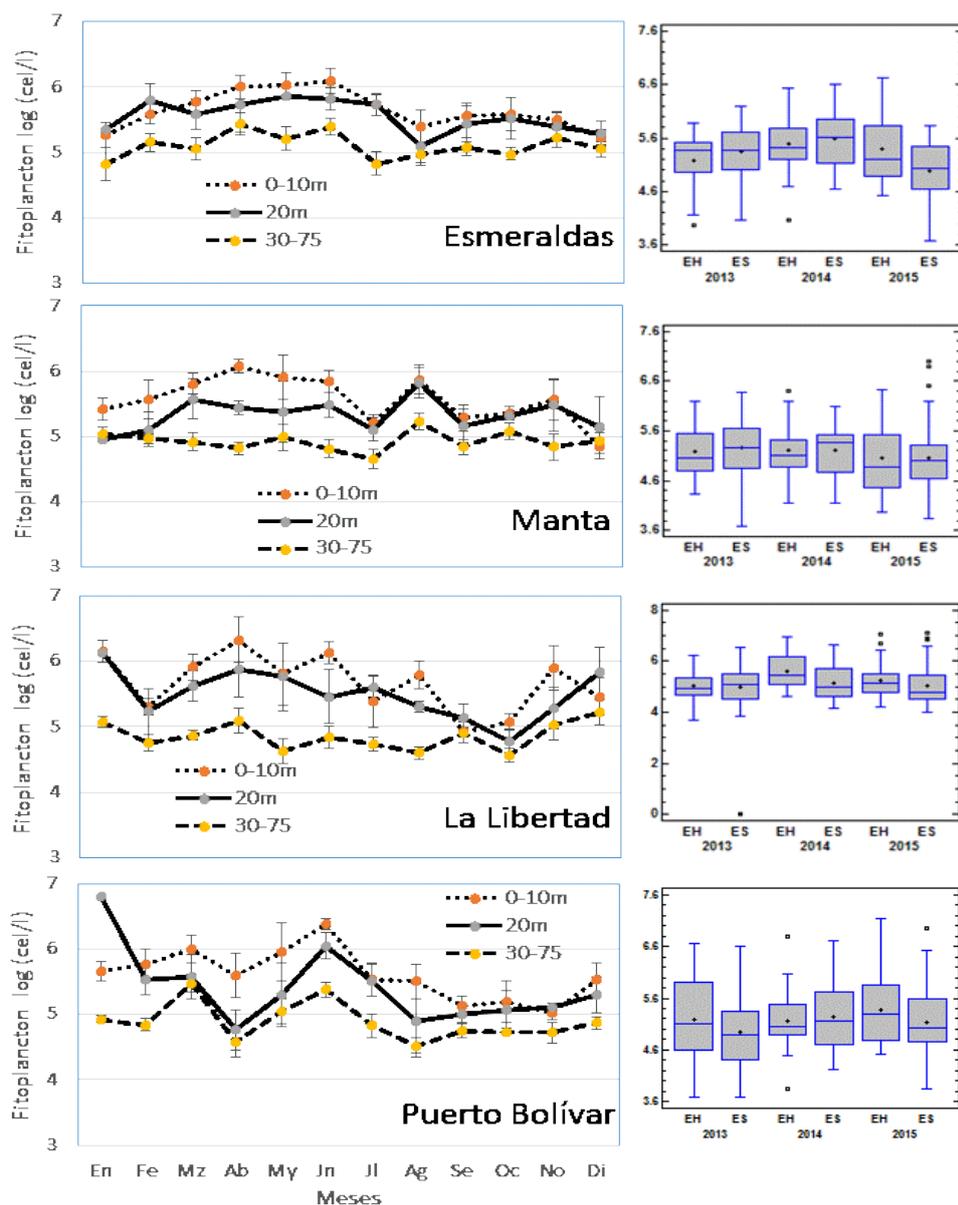


Figura 22. Distribución del promedio y error estándar mensual del fitoplancton; su respectiva variabilidad estacional en época húmeda (EH) y en época seca (ES), en 4 sitios durante el 2013 y 2015. **Fuente:** (Torres, 2017)

En Esmeraldas en el 2013 registró abundancia en junio, en el 2014 fue en abril, junio y octubre; en el 2015 fue entre marzo a mayo. En Manta registró algunos máximos para el 2013 (abril, agosto, noviembre), en el 2014 (abril y agosto) y en el 2015 (febrero y mayo). En La Libertad durante el 2013 registró menor abundancia con ligeros incrementos en agosto y noviembre; en el 2014 fue en abril y noviembre; en el 2015 registró mayor abundancia en abril y mayo. En Puerto Bolívar durante el 2013 registró máximos en marzo y junio; en el 2014 fue en mayo y octubre; en el 2015 en abril y mayo. La abundancia superficial fue menor en el 2013 con incrementos en el 2014 y 2015; solo algunos meses fueron coincidentes con estos máximos.

En relación a la variabilidad de los promedios mensuales de las diatomeas céntricas (Figura 22), a nivel superficial (0-10m) registró mayor concentración pero fueron más estables que en los otros dos niveles subsuperficiales en los 4 sitios; con promedio más alto en abril (Esmeraldas), enero (Manta), mayo (La Libertad) y marzo (Puerto Bolívar). A 20m los promedios mensuales se incrementaron con mayor rango de variabilidad en marzo (Esmeraldas), enero (Manta y Puerto Bolívar) y febrero (La Libertad). En el nivel de los 30 a 75m se evidenciaron mayores concentraciones con máximos en febrero (Esmeraldas), enero (Manta y Puerto Bolívar), septiembre (La Libertad). Se evidenció diferencias estadísticamente significativas el nivel de 0-10m en todos los 4 sitios; en el nivel de 20m fue significativo solo en Esmeraldas; en el nivel de los 30 a 75m fue significativo en Esmeraldas, Manta y La Libertad, con un nivel del 95.0% de confianza.

En relación a la variabilidad estacional de época húmeda y época seca de los tres años, la densidad de diatomeas céntricas, presentaron diferencias estadísticamente significativas entre las medianas en Esmeraldas, Manta y La Libertad (Figura 23), con un nivel del 95.0% de confianza. En relación a la variabilidad de los promedios mensuales de los principales grupos fueron las diatomeas céntricas, en los tres niveles de profundidad fueron ligeramente similares en Esmeraldas y Manta, registrando mayor variabilidad en La Libertad y Puerto Bolívar; con promedio más alto en enero, marzo y junio se evidenció en Puerto Bolívar. En relación a la variabilidad estacional de época húmeda y época seca de los tres años, la densidad de diatomeas céntricas

presentó diferencias estadísticamente significativas entre las medianas de todos los sitios (Figura 22), con un nivel del 95.0% de confianza.

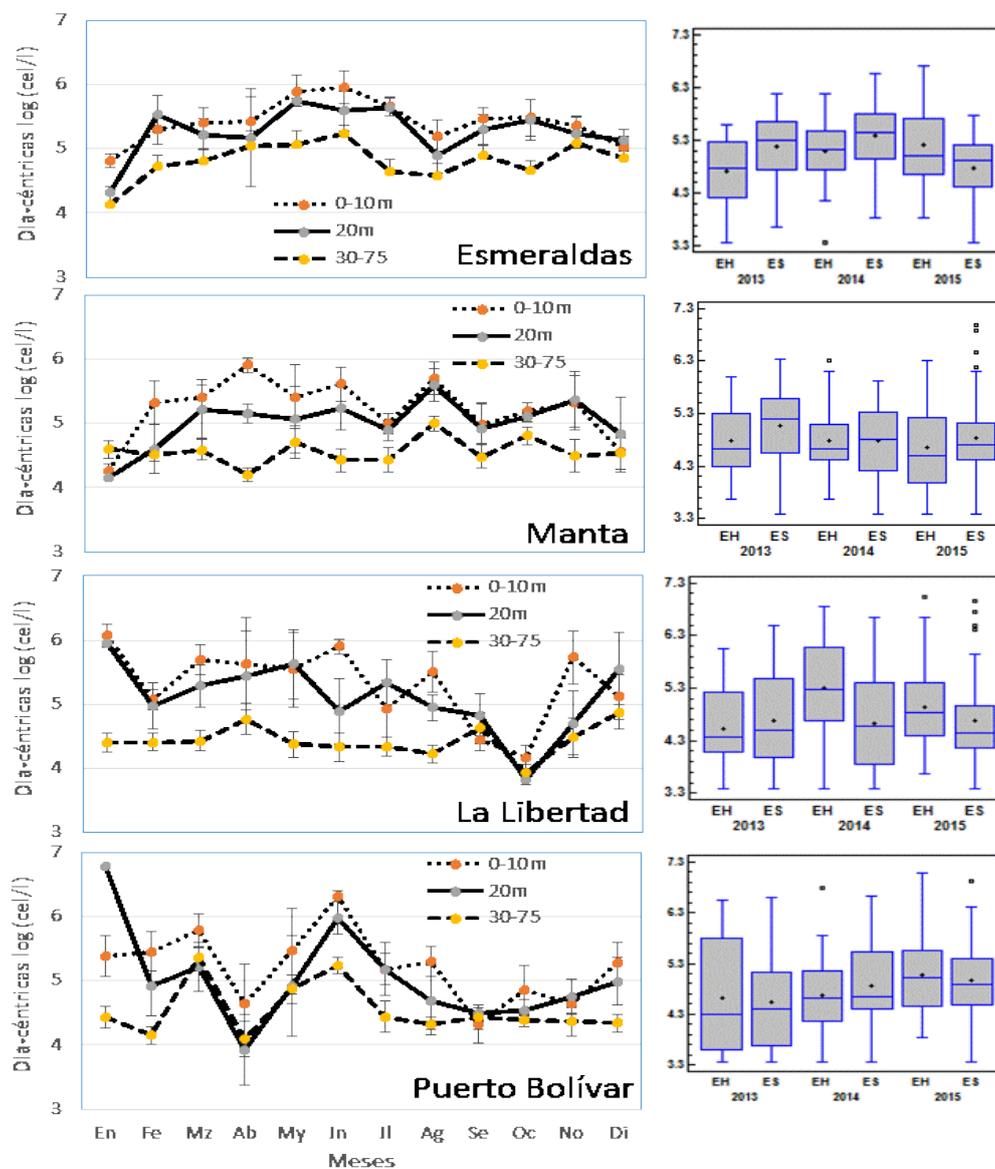


Figura 23. Distribución del promedio y error estándar mensual de diatomeas céntricas fitoplancton; su respectiva variabilidad estacional en época húmeda (EH) y en época seca (ES), en 4 sitios durante el 2013 y 2015. **Fuente:** (Torres, 2017)

En relación a la variabilidad de los promedios mensuales de los principales grupos fueron las diatomeas pennadas (Figura 24), este grupo funcional fue más estable en Esmeraldas, mientras que en los otros sitios registraron variabilidad mensuales los tres niveles de profundidad. En relación a la variabilidad estacional de época húmeda y época seca de los tres años, la densidad de diatomeas pennadas

presentó diferencias estadísticamente significativas entre las medianas de Esmeraldas, La Libertad y Puerto Bolívar, siendo más homogénea en Manta (Figura 24), con un nivel del 95.0% de confianza.

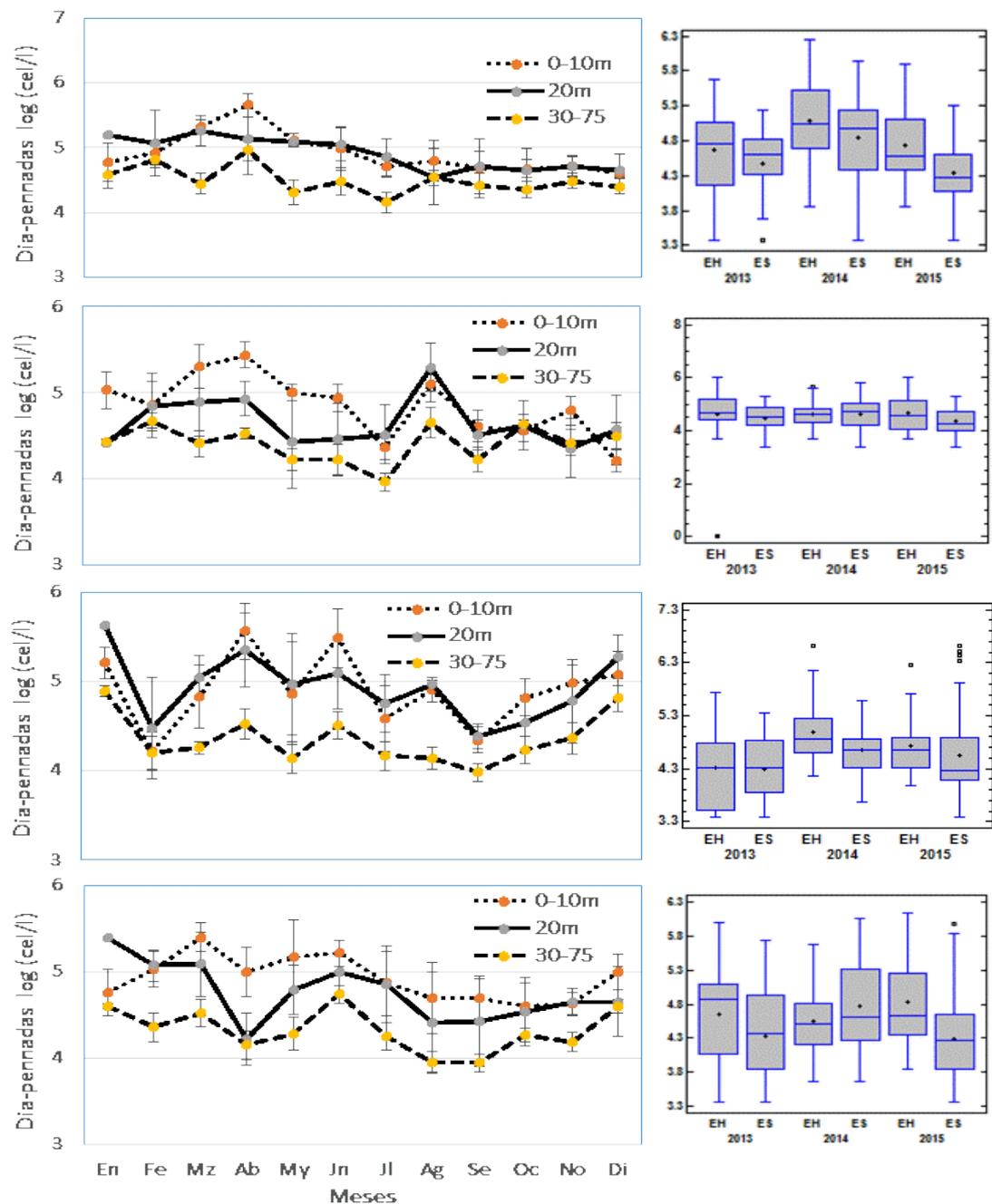


Figura 24. Distribución del promedio y error estándar mensual de diatomeas pennadas fitoplancton; su respectiva variabilidad estacional en época húmeda (EH) y en época seca (ES), en 4 sitios durante el 2013 y 2015. **Fuente:** (Torres, 2017)

En relación a la variabilidad de los promedios mensuales de los dinoflagelados (Figura 25), reportaron un comportamiento mensual similar al de diatomeas pennadas. En relación a la variabilidad estacional de época húmeda y época seca de los tres años, la densidad de dinoflagelados presentó diferencias estadísticamente significativas entre las medianas en Esmeraldas, Manta y Puerto Bolívar; en La Libertad registró menor variabilidad (Figura 25), con un nivel del 95.0% de confianza.

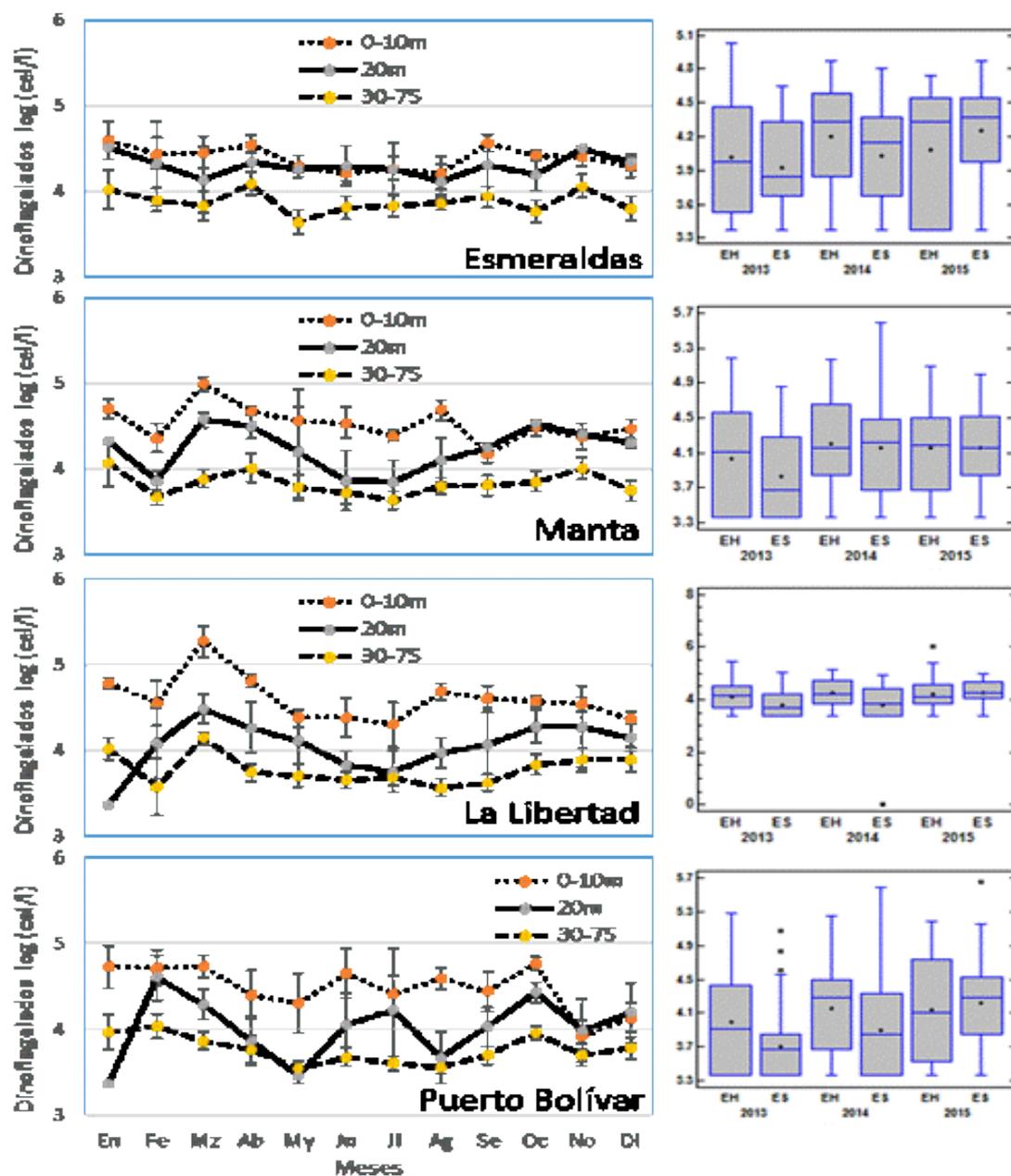


Figura 25. Distribución del promedio y error estándar mensual de dinoflagelados; su respectiva variabilidad estacional en época húmeda (EH) y en época seca (ES), en 4 sitios durante 3 y 2015. Fuente: (Torres, 2017)

La estructura del fitoplancton en el área de estudio fue compuesta principalmente por diatomeas céntricas, seguida de escasas diatomeas pennadas y los dinoflagelados presentaron bajas densidades. La variabilidad de las medias mensuales promediadas de los tres años en Esmeraldas (Figura 26), en abril fue el mes de mayor variabilidad de los datos en los tres niveles de profundidad agrupados para las diatomeas centricas y pennadas; en febrero y marzo para los dinoflagelados en los tres niveles de profundidad; no existe una diferencia estadísticamente significativa (valor P fue >0.05) entre las medianas con un nivel del 95.0% de confianza.

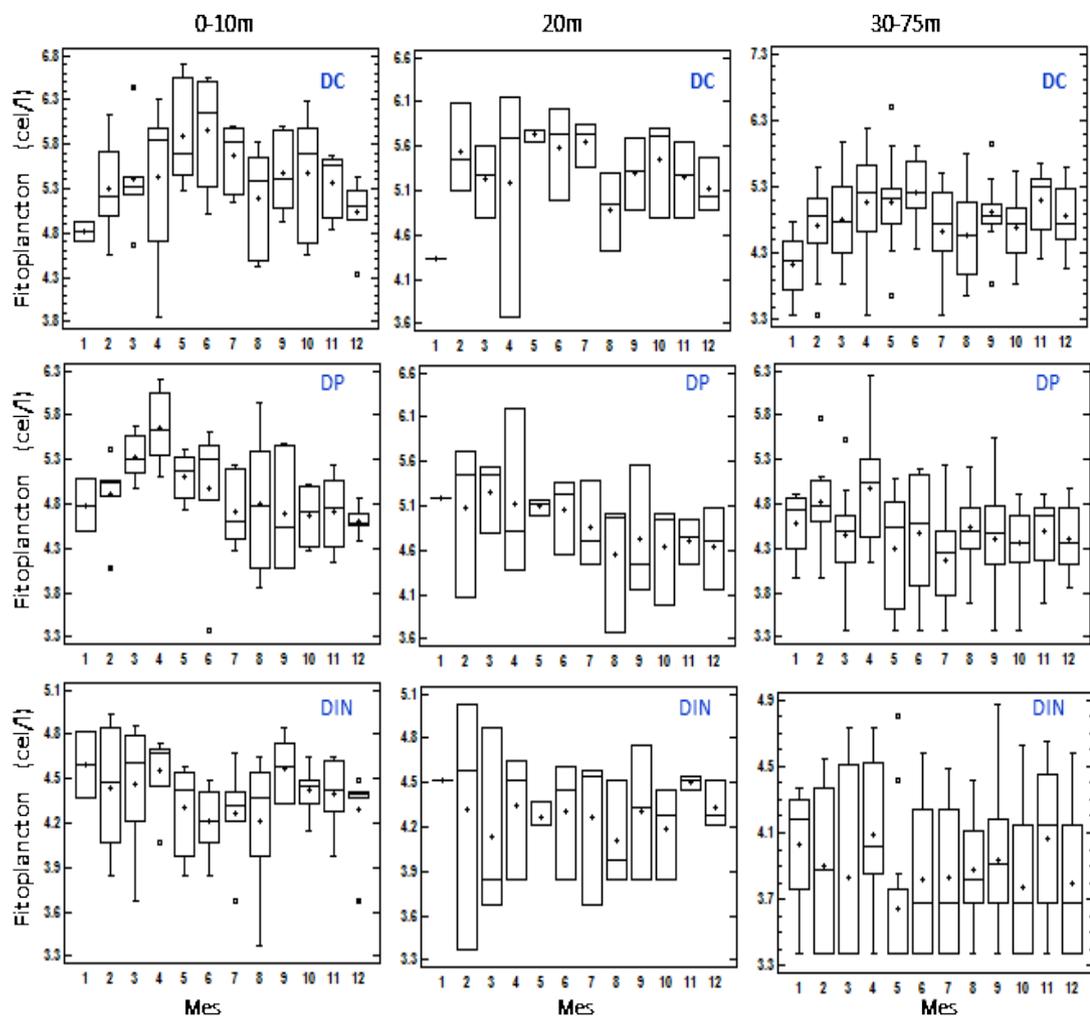


Figura 26. Variabilidad mensual de los principales grupos funcionales del fitoplancton (log cel/l), DC=diatomeas céntricas; DP=Diatomeas pennadas y DIN=dinoflagelados, distribuidos en tres niveles de profundidad en Esmeraldas, durante el 2013 y 2015. Fuente: (Torres, 2017)

En Manta, febrero y mayo fueron los meses de mayor variabilidad en la época húmeda a nivel superficial (0-10m), las medianas de los tres grupos funcionales fueron estadísticamente significativos el valor $P < 0.05$ con un nivel del 95.0% de confianza; en el nivel de los 20m metros los grupos no fueron estadísticamente significativos ($P > 0.05$), mientras que en el grupo de diatomeas pennadas fue estadísticamente significativo solo en 30-75m de profundidad (Figura 27).

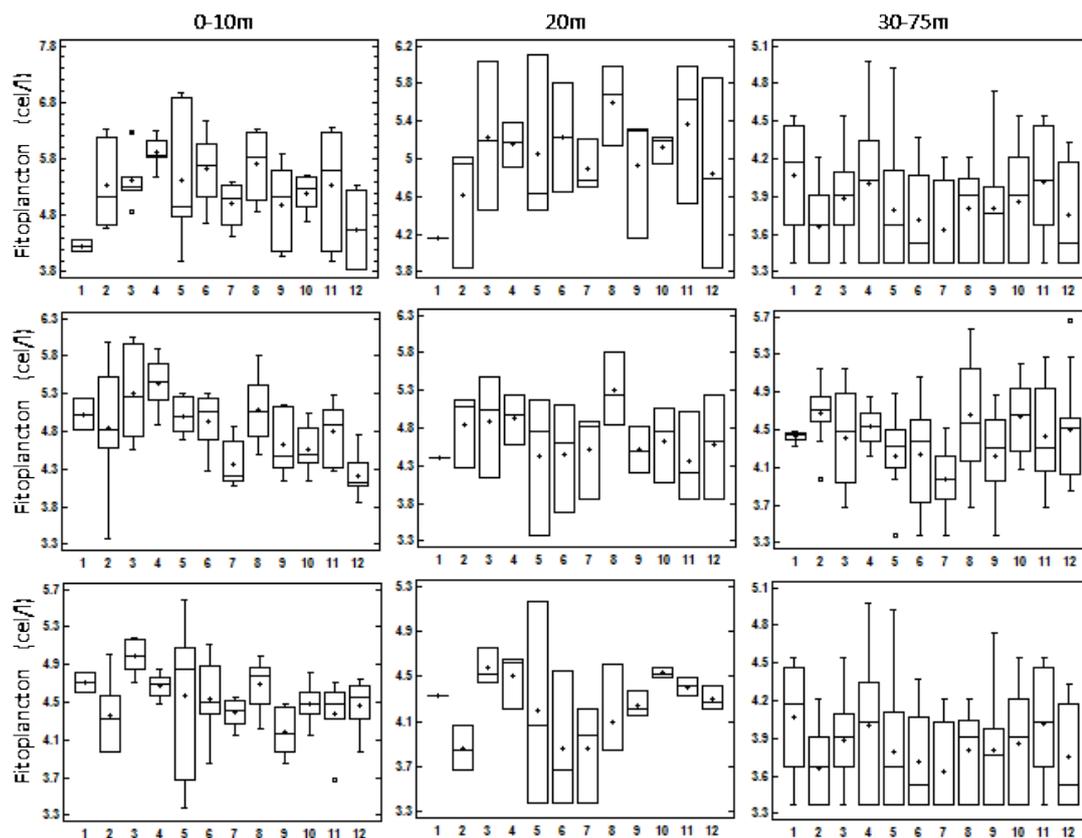


Figura 27. Variabilidad mensual de los principales grupos funcionales del fitoplancton (log cel/l), DC=diatomeas céntricas; DP=diatomeas pennadas y DIN=dinoflagelados, distribuidos en tres niveles de profundidad en Manta, durante el 2013 y 2015. **Fuente:** (Torres, 2017)

En La Libertad, abril a julio fueron los meses con mayor variabilidad de los datos para las diatomeas céntricas y pennadas, siendo significativos solo para diatomeas céntricas y dinoflagelados ($P < 0.05$) a nivel superficial; a los 20m las medianas fueron significativamente representativas ($P > 0.05$); a mayor profundidad (30-75m) en los últimos meses (Figura 28), se incrementaron las medianas de los tres grupos funcionales siendo altamente significativos ($P < 0.05$).

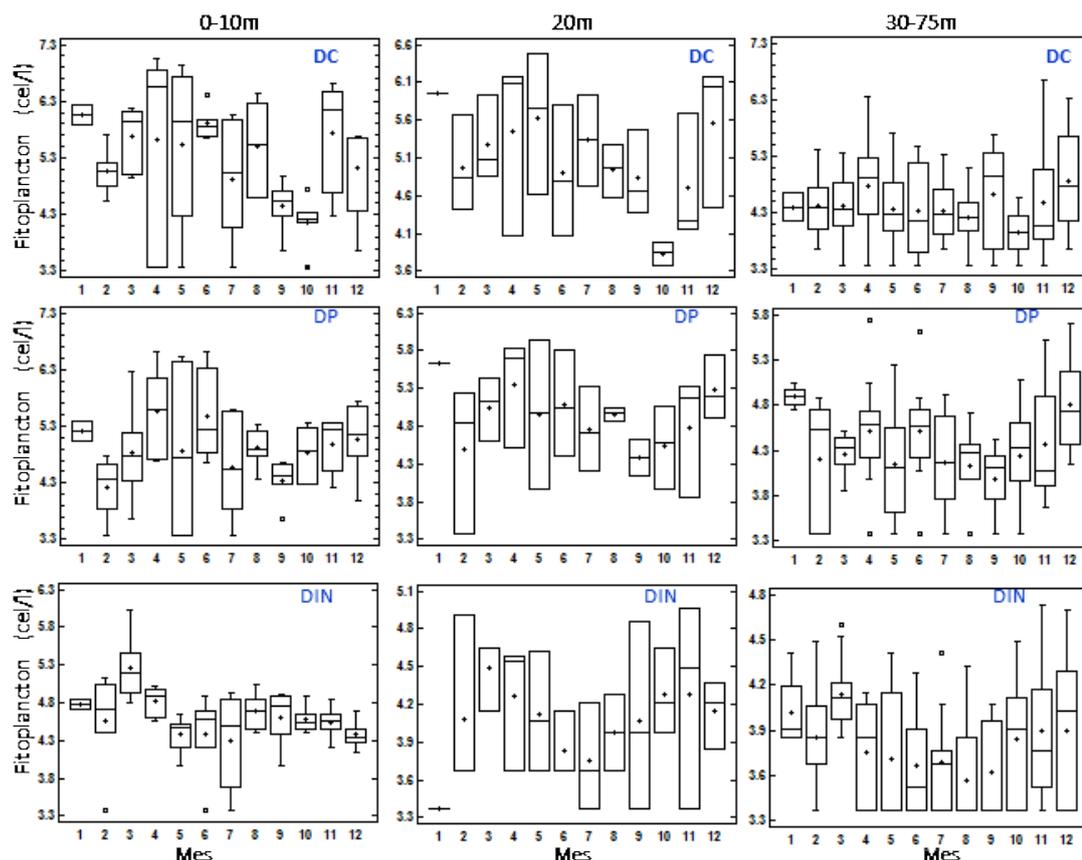


Figura 28. Variabilidad mensual de los principales grupos funcionales del fitoplancton (log cel/l), DC=diatomeas céntricas; DP=diatomeas pennadas y DIN=dinoflagelados, distribuidos en tres niveles de profundidad en La Libertad, durante el 2013 y 2015. **Fuente:** (Torres, 2017)

En Puerto Bolívar, abril y mayo fueron los meses de mayor variabilidad de los datos para los tres grupos funcionales a nivel superficial (0-10m), siendo significativo solo para las diatomeas céntricas ($P < 0.05$) en todas las profundidades (Figura 29); en el nivel de 30 a 75m fue significativo para los tres grupos funcionales ($P < 0.05$). La abundancia superficial del fitoplancton en los cuatro sitios fue muy variable durante el periodo de los tres años de estudio, con una tendencia de mayor abundancia al sur y menor al norte.

La mayor abundancia de dinoflagelados fue registrada en La Libertad en marzo 2013 y 2015; en Puerto Bolívar en mayo 2014, lo que indicaría incidencias de masas

de aguas oceánicas cálidas en el área de estudio, relacionada por las condiciones oceanográficas del evento El Niño.

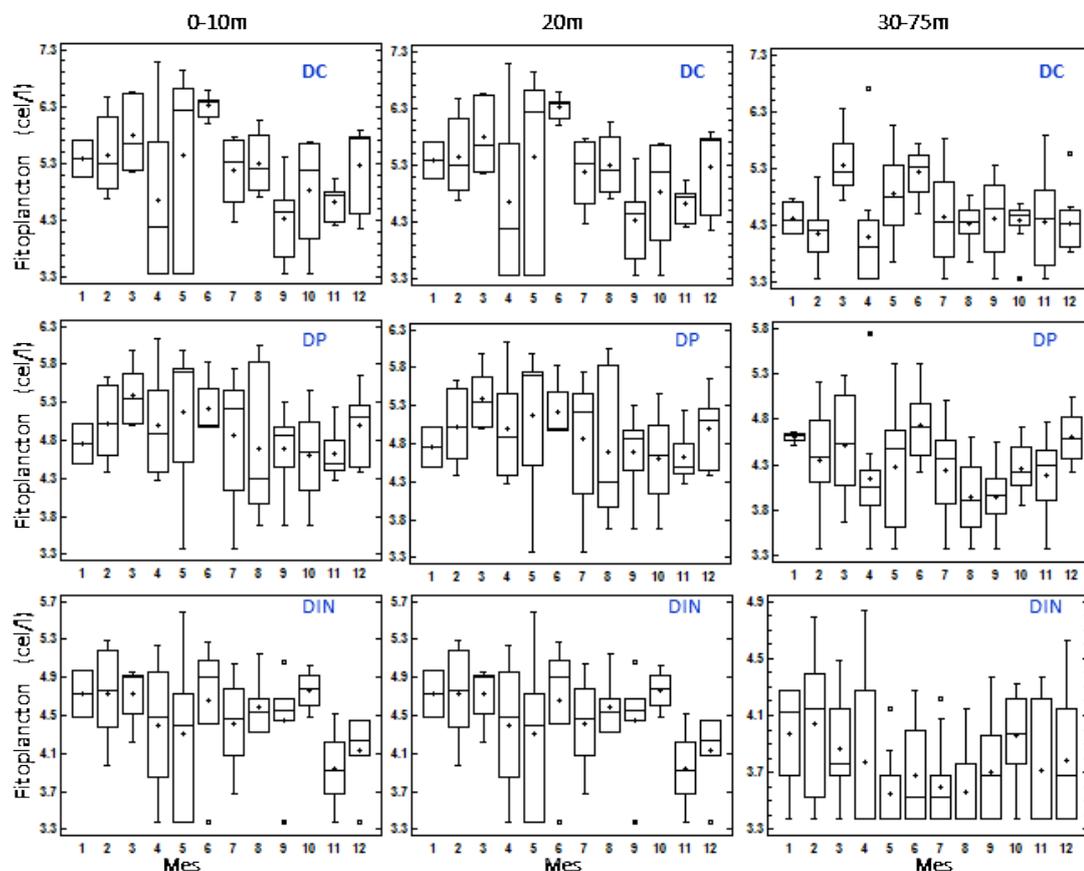


Figura 29. Variabilidad mensual de los principales grupos funcionales del fitoplancton (log cel/l), DC=diatomeas céntricas; DP=Diátomeas pennadas y DIN=dinoflagelados, distribuidos en tres niveles de profundidad en Puerto Bolívar, durante el 2013 y 2015. **Fuente:** (Torres, 2017)

4.1.2.1. Composición taxonómica del Fitoplancton

Se determinaron 215 taxa en 952 muestras en 3 años, correspondieron a las Divisiones Bacillariophyta (75 diatomeas céntricas, 41 diatomeas pennadas), Dinophyceae (75 especies de dinoflagelados), en otros grupos de especies fueron los Ciliados (*Myrionecta rubra*) y Tintinidos (15 especies), Cyanophyceas (dos especies) y Silicoflagelados (3). La clasificación de taxa (géneros-especies) y grupos funcionales

para los cuatro sitios de estudio fue registrada en Anexo 3, en que se incluyeron códigos para los gráficos y cuadros de especies utilizados en este estudio.

La distribución total de taxa por sitios, Esmeraldas registró el mayor número de especies (193), Manta con 176 especies, La Libertad con 163 y Puerto Bolívar con 166 especies en los 3 años; su variabilidad del número de especies por año fue diferente para cada sitio de estudio. En Esmeraldas registró 113 especies (2013), 125 (2014) y 155 especies (2015). En Manta registró 115 especies (2013), 111 (2014) y 128 especies (2015). En La Libertad registró 94 especies (2013), 108 (2014) y 124 especies (2015). En Puerto Bolívar registró 93 especies (2013), 111 (2014) y 133 especies (2015).

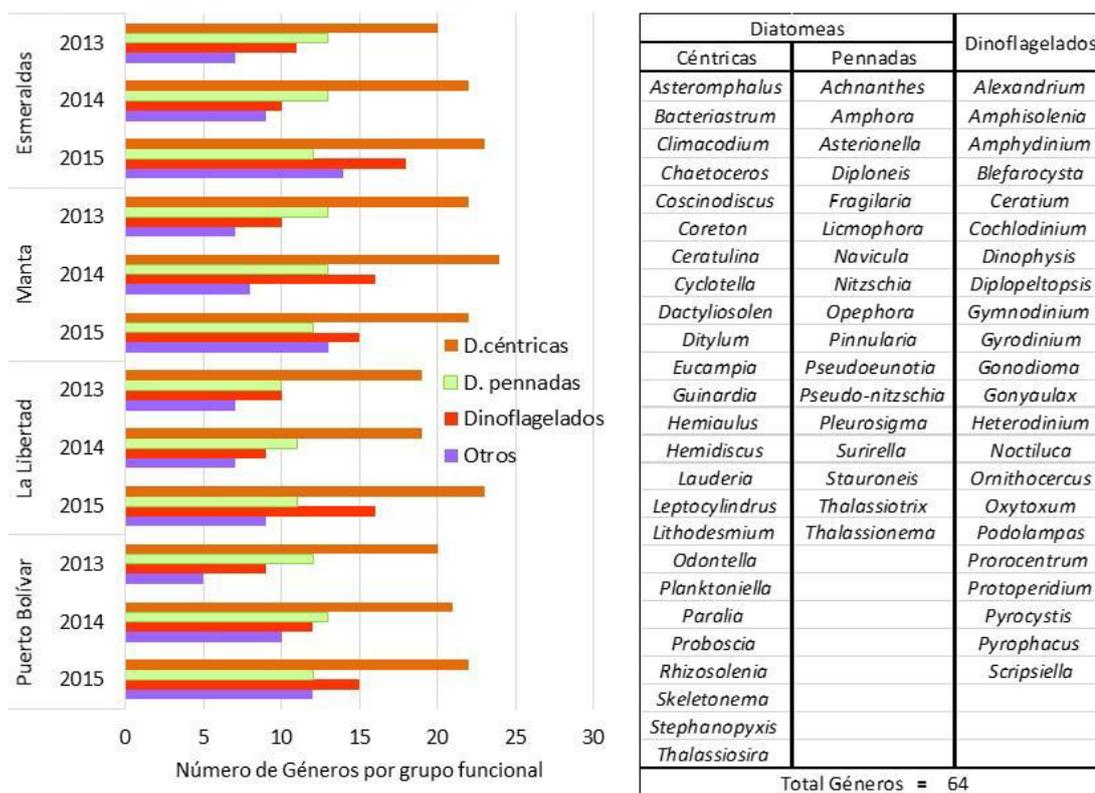


Figura 30. Número de géneros por grupos funcionales en los 4 sitios, durante el 2013 y 2015; nombres de los géneros de diatomeas y dinoflagelados **Fuente:** (Torres, 2017)

Durante la serie de tiempo 2013 al 2015 se obtuvo un total de 64 géneros de diatomeas, 25 correspondieron a diatomeas céntricas (39%), 17 a diatomeas pennadas (27%) y 22 dinoflagelados (34%). El aporte de géneros por sitio de muestreo, Esmeraldas y Manta con 58 géneros, Puerto Bolívar (54) y La Libertad con 50 géneros.

En relación a los años de estudio, en el 2013 con 49 géneros, el 2014 con 54 y el 2015 con 62. El número de géneros por grupo funcional (Figura 30), evidenciaron que las diatomeas aportaron con el mayor número. Leblanc et al., (2012), reportaron 50 géneros de diatomeas céntricas y que contribuyen con un 86%. Moncada (2013), reportó un número de géneros similar (2005 al 2011), con ligeras diferencias en la composición con los registrados en esta investigación.

La relación de los principales grupos funcionales (taxa), fue compuesta por diatomeas céntricas (entre 64 a 77 especies) y dinoflagelados (entre 51 a 68 especies), diatomeas pennadas (entre 31 a 35 especies), otros grupos (entre 17 a 22 especies). Esta composición evidenció variabilidad en los 4 sitios en todos los grupos funcionales en la columna de agua (0, 10, 20, 30, 40, 50 y 75m) por cada año de estudio con dominancia de las diatomeas (Figura 31).

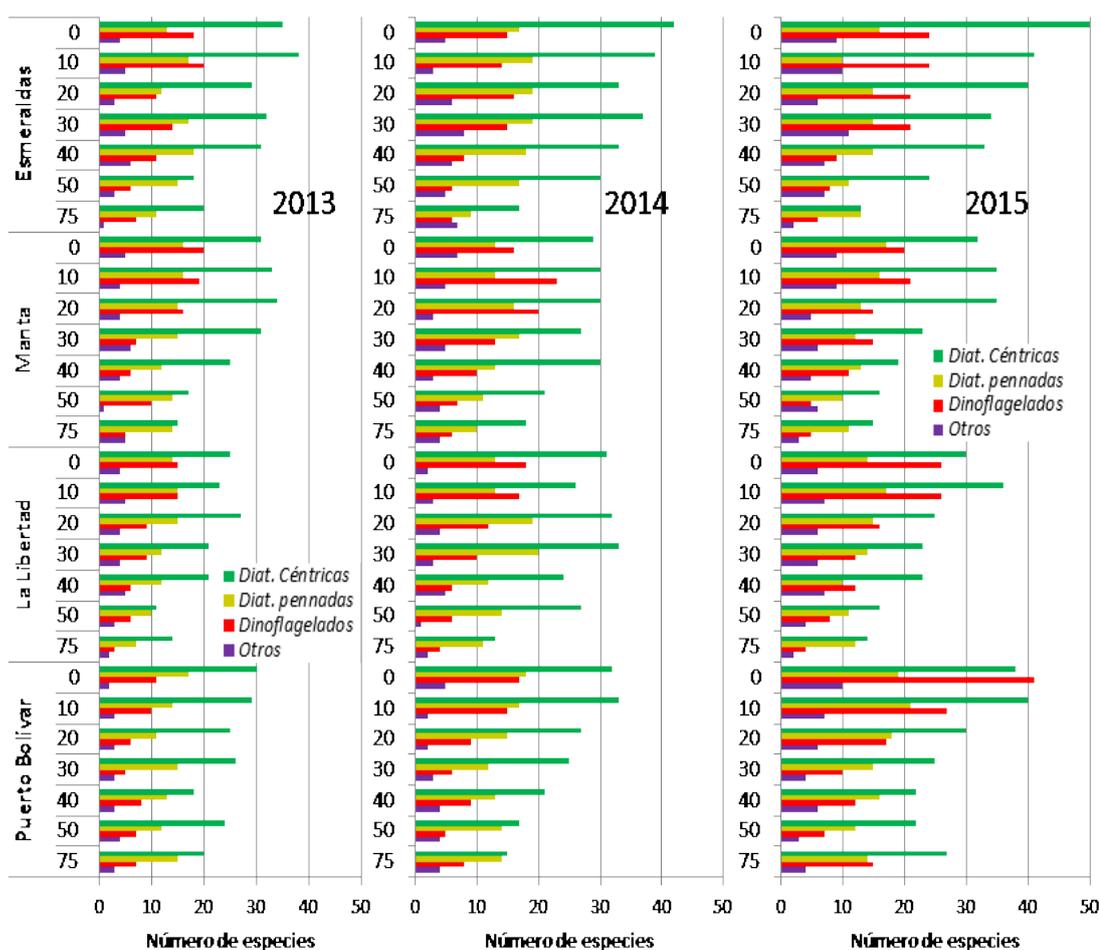


Figura 31. Número de especies registradas por grupos funcionales en la columna de agua (0 a 75m) en los 4 sitios, durante el 2013 y 2015. Fuente: (Torres, 2017)

El grupo de las Bacillariophyceae registró el mayor número de especies y también fue el grupo más abundante, principalmente las diatomeas céntricas. El mayor número de especies fue en la capa superficial 0 y 10 m, muy pocos casos se observaron a mayor profundidad (20, 30 y 40 m); a los 50 y 75 m van disminuyendo y se reportó el menor número de especies. El mayor incremento de especies fue en Esmeraldas en los tres años de estudio. En el año 2015, año que se ha indicado como un evento de El Niño-2015, registró un incremento de especies, relacionada principalmente por el aporte de aguas cálidas, en los sitios de estudio en Esmeraldas y Puerto Bolívar, ambos sitios están situados en la cercanía de estuarios (Figura 6).

4.1.2.2. Abundancia relativa del Fitoplancton

Los rangos de abundancia del fitoplancton (cuantitativo) obtenidos en la data mensual de 3 años y 4 sitios (1759 datos colectados en botella representaron el 93.6 %), en los últimos valores de abundancia extremas que representaron el 5.4 % (Cuadro 1).

Cuadro 1. Clases y frecuencias relativas del fitoplancton cuantitativo durante el 2013 al 2015.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	<= 25000	556	25,4	31,6	31,6
	25001 - 325000	1091	49,9	62,0	93,6
	325001 - 625000	66	3,0	3,8	97,4
	625001 - 925000	28	1,3	1,6	99,0
	925001 - 1225000	9	,4	,5	99,5
	1225001 - 1525000	9	,4	,5	100,0
	Total	1759	80,5	100,0	
Perdidos	Sistema	426	19,5		
Total		2185	100,0		

Para la denominación de las clases de abundancia relativa del fitoplancton, se utilizó la denominación propuesta por Casis *et.al.* (2002), la cual fue modificada por las características en aguas marítimas ecuatoriales tropicales. La estimación de la abundancia relativa reportó que la clase 2 “frecuente” conformó la mayor frecuencia de datos (62 %), seguida de la clase 1 “escaso” (31.6 %), clase 3 “poco abundante” (3.8 %), clase 4 “medianamente abundante” (1.6 %), las otras clases fueron menores al 1% (Cuadro 2), estos últimos eventos son eventos raros y esporádicos, los que pueden ser reconocidos como Floración algal o FAN. En términos generales, estos resultados indicarían que no hay dominancia de especies en las muestras colectadas en los 4 sitios.

Cuadro 2. Rangos del fitoplancton cuantitativo durante el 2013 al 2015.

Clase	Escala Cel/L	Denominación
1	< 25.000	Escaso
2	25.001 a 325.000	Frecuente
3	325.001 a 625.000	Poco abundante
4	625.001 a 925.000	Medianamente abundante
5	925.001 a 1225.000	Abundante
6	1225.001 a 1525.000	Muy abundante
7	> 1525.001	Floración o Bloom

La abundancia de especies (>2%) por niveles de profundidad (0 a 50m) para cada sitio de estudio se detallan en el Anexo 4, donde se indica el orden de su abundancia de cada especie por cada sitio. De este análisis de especies en Esmeraldas y Manta (Cuadro 3) y La Libertad y Puerto Bolívar (Cuadro 4) de los tres años de estudio, evidenció que doce especies de diatomeas céntricas y cinco diatomeas pennadas, se registraron desde la superficie hasta los 50m de profundidad, lo que indica que estas especies caracterizaron ser cosmopolitas y de amplia distribución; otras especies de diatomeas se registraron solo en algunas profundidades lo que indicaría preferencias térmicas y/o nutricionales. El grupo de dinoflagelados y en el grupo de otros como el ciliado *M. rubra* también se registraron en todos los niveles de profundidad.

Cuadro 3. Variabilidad de especies representativas (2%) por nivel de profundidad (0 a 50m) en Esmeraldas y Manta durante el 2013 al 2015.

Esmeraldas						Manta					
0m	10m	20m	30m	40m	50m	0M	10m	20m	30m	40m	50m
<i>H.sine</i>	<i>H.sine</i>	<i>H.sine</i>	<i>H.sine</i>	<i>H.sine</i>	<i>H.sine</i>	<i>H.sine</i>	<i>H.sine</i>	<i>H.sine</i>		<i>H.sine</i>	<i>H.sine</i>
<i>G.stri</i>	<i>G.stri</i>	<i>G.stri</i>	<i>G.stri</i>	<i>G.stri</i>	<i>G.stri</i>	<i>G.stri</i>	<i>G.stri</i>	<i>G.stri</i>	<i>G.stri</i>	<i>G.stri</i>	<i>G.stri</i>
<i>L.dani</i>	<i>L.dani</i>	<i>L.dani</i>	<i>L.dani</i>	<i>L.dani</i>	<i>L.dani</i>	<i>L.dani</i>	<i>L.dani</i>	<i>L.dani</i>	<i>L.dani</i>	<i>L.dani</i>	<i>L.dani</i>
<i>D.frag</i>	<i>D.frag</i>	<i>D.frag</i>	<i>D.frag</i>	<i>D.frag</i>	<i>D.frag</i>	<i>D.frag</i>	<i>D.frag</i>	<i>D.frag</i>	<i>D.frag</i>	<i>D.frag</i>	<i>D.frag</i>
<i>C.affi</i>	<i>C.affi</i>	<i>C.affi</i>	<i>C.affi</i>	<i>C.affi</i>	<i>C.affi</i>	<i>C.affi</i>	<i>C.affi</i>	<i>C.affi</i>	<i>C.affi</i>	<i>C.affi</i>	<i>C.affi</i>
<i>C.curv</i>	<i>C.curv</i>	<i>C.curv</i>	<i>C.curv</i>	<i>C.curv</i>	<i>C.curv</i>			<i>C.curv</i>		<i>C.curv</i>	
	<i>D.anta</i>	<i>D.anta</i>	<i>D.anta</i>	<i>D.anta</i>	<i>D.anta</i>	<i>D.anta</i>	<i>D.anta</i>	<i>D.anta</i>	<i>D.anta</i>	<i>D.anta</i>	<i>D.anta</i>
<i>R.imbr</i>	<i>R.imbr</i>	<i>R.imbr</i>	<i>R.imbr</i>	<i>R.imbr</i>	<i>R.imbr</i>	<i>R.imbr</i>	<i>R.imbr</i>	<i>R.imbr</i>	<i>R.imbr</i>	<i>R.imbr</i>	<i>R.imbr</i>
<i>S.cost</i>	<i>S.cost</i>	<i>S.cost</i>	<i>S.cost</i>	<i>S.cost</i>	<i>S.cost</i>	<i>S.cost</i>	<i>S.cost</i>	<i>S.cost</i>	<i>S.cost</i>	<i>S.cost</i>	<i>S.cost</i>
<i>P.alata</i>	<i>P.alata</i>	<i>P.alata</i>	<i>P.alata</i>	<i>P.alata</i>		<i>P.alat</i>	<i>P.alat</i>	<i>P.alat</i>	<i>P.alat</i>	<i>P.alat</i>	
	<i>Thalas</i>	<i>Thalas</i>	<i>Thalas</i>	<i>Thalas</i>	<i>Thalas</i>	<i>Thalas</i>	<i>Thalas</i>	<i>Thalas</i>	<i>Thalas</i>	<i>Thalas</i>	<i>Thalas</i>
<i>L.bore</i>	<i>L.bore</i>	<i>L.bore</i>	<i>L.bore</i>				<i>L.borea</i>	<i>L.borea</i>	<i>L.borea</i>		
<i>D.brigh</i>	<i>D.brigh</i>	<i>D.brigh</i>									
<i>R.fragi</i>	<i>R.fragi</i>	<i>R.fragi</i>		<i>R.fragi</i>							<i>C.atlan</i>
	<i>R.acum</i>										
				<i>R.formo</i>							
	<i>Chae</i>			<i>Chae</i>	<i>Chae</i>					<i>Chaet</i>	
				<i>C.dichaeta</i>							<i>C.radi</i>
				<i>S.palme</i>							<i>S.palm</i>
					<i>C.exce</i>						
					<i>Cosci</i>						<i>Cosci</i>
<i>N.long</i>	<i>N.long</i>	<i>N.long</i>	<i>N.long</i>	<i>N.long</i>	<i>N.long</i>	<i>N.long</i>	<i>N.long</i>	<i>N.long</i>	<i>N.long</i>	<i>N.long</i>	<i>N.long</i>
<i>Nitzs</i>	<i>Nitzs</i>	<i>Nitzs</i>	<i>Nitzs</i>	<i>Nitzs</i>	<i>Nitzs</i>	<i>Nitzs</i>	<i>Nitzs</i>	<i>Nitzs</i>	<i>Nitzs</i>	<i>Nitzs</i>	<i>Nitzs</i>
<i>P.pung</i>	<i>P.pung</i>	<i>P.pung</i>	<i>P.pung</i>	<i>P.pung</i>			<i>P.pung</i>	<i>P.pung</i>	<i>P.pung</i>		<i>P.pung</i>
		<i>P.delic</i>	<i>P.delic</i>	<i>P.delic</i>				<i>P.delic</i>	<i>P.delic</i>	<i>P.delic</i>	<i>P.delic</i>
			<i>P.seri</i>				<i>N.clost</i>				
					<i>N.bica</i>				<i>P.seri</i>	<i>P.seri</i>	
<i>T.nitzs</i>	<i>T.nitzs</i>	<i>T.nitzs</i>	<i>T.nitzs</i>	<i>T.nitzs</i>	<i>T.nitzs</i>		<i>T.nitzs</i>			<i>T.nitzs</i>	<i>T.nitzs</i>
<i>S.memb</i>		<i>S.memb</i>		<i>S.memb</i>	<i>S.memb</i>		<i>S.memb</i>	<i>S.memb</i>	<i>S.memb</i>	<i>S.memb</i>	<i>S.memb</i>
				<i>Navi</i>	<i>Navi</i>				<i>Navi</i>		<i>Navi</i>
				<i>N.directa</i>							
	<i>N.trans</i>										<i>T.fraue</i>
					<i>P.angu</i>						<i>P.angu</i>
<i>Gymno</i>	<i>Gymno</i>	<i>Gymno</i>	<i>Gymno</i>	<i>Gymno</i>	<i>Gymno</i>	<i>Gymno</i>	<i>Gymno</i>	<i>Gymno</i>	<i>Gymno</i>		<i>Gymno</i>
	<i>Gyro</i>	<i>Gyro</i>	<i>Gyro</i>		<i>Gyro</i>	<i>Protop</i>	<i>Gyro</i>	<i>G.acutu</i>		<i>G.acutu</i>	
					<i>Gonya</i>		<i>G.acutu</i>	<i>Gyro</i>	<i>Gyro</i>	<i>Gyro</i>	<i>Gyro</i>
											<i>Gonya</i>
			<i>M.rubr</i>		<i>M.rubr</i>	<i>M.rubr</i>	<i>M.rubr</i>	<i>M.rubr</i>	<i>M.rubr</i>	<i>M.rubr</i>	<i>M.rubr</i>
										<i>D.fibu</i>	

Cuadro 4. Variabilidad de especies representativas (2%) por nivel de profundidad (0 a 50m) en La Libertad y Puerto Bolívar durante el 2013 al 2015.

La Libertad						Puerto Bolívar					
0m	10m	20m	30m	40m	50m	0m	10m	20m	30m	40m	50m
<i>H.sine</i>	<i>H.sine</i>	<i>H.sine</i>	<i>H.sine</i>	<i>H.sine</i>		<i>H.sine</i>	<i>H.sine</i>	<i>H.sine</i>	<i>H.sine</i>		
<i>G.stri</i>	<i>G.stri</i>	<i>G.stri</i>	<i>G.stri</i>	<i>G.stri</i>	<i>G.stri</i>	<i>G.stri</i>	<i>G.stri</i>	<i>G.stri</i>	<i>G.stri</i>	<i>G.stri</i>	<i>G.stri</i>
<i>L.dani</i>	<i>L.dani</i>	<i>L.dani</i>	<i>L.dani</i>	<i>L.dani</i>	<i>L.dani</i>	<i>L.dani</i>	<i>L.dani</i>	<i>L.dani</i>	<i>L.dani</i>	<i>L.dani</i>	
	<i>D.frag</i>	<i>D.frag</i>	<i>D.frag</i>	<i>D.frag</i>	<i>D.frag</i>	<i>D.frag</i>	<i>D.frag</i>	<i>D.frag</i>	<i>D.frag</i>		<i>D.frag</i>
<i>C.affi</i>	<i>C.affi</i>	<i>C.affi</i>	<i>C.affi</i>	<i>C.affi</i>	<i>C.affi</i>	<i>C.affi</i>	<i>C.affi</i>	<i>C.affi</i>	<i>C.affi</i>	<i>C.affi</i>	<i>C.affi</i>
			<i>C.curv</i>								
<i>D.anta</i>	<i>D.anta</i>	<i>D.anta</i>	<i>D.anta</i>	<i>D.anta</i>	<i>D.anta</i>	<i>D.anta</i>	<i>D.anta</i>	<i>D.anta</i>	<i>D.anta</i>	<i>D.anta</i>	<i>D.anta</i>
<i>R.imbr</i>	<i>R.imbr</i>	<i>R.imbr</i>	<i>R.imbr</i>	<i>R.imbr</i>	<i>R.imbr</i>	<i>R.imbr</i>	<i>R.imbr</i>	<i>R.imbr</i>	<i>R.imbr</i>	<i>R.imbr</i>	<i>R.imbr</i>
<i>S.cost</i>		<i>S.cost</i>									
<i>P.alata</i>		<i>P.alata</i>									
<i>Thalas</i>	<i>Thalas</i>	<i>Thalas</i>	<i>Thalas</i>	<i>Thalas</i>	<i>Thalas</i>	<i>Thalas</i>	<i>Thalas</i>	<i>Thalas</i>	<i>Thalas</i>	<i>Thalas</i>	<i>Thalas</i>
	<i>L.bore</i>		<i>L.bore</i>	<i>L.bore</i>		<i>L.bore</i>	<i>L.bore</i>	<i>L.bore</i>	<i>L.bore</i>	<i>L.bore</i>	
							<i>R.seti</i>				
						<i>S.palm</i>				<i>S.palme</i>	
<i>R.seti</i>		<i>R.seti</i>				<i>C.didy</i>					
				<i>S.palm</i>		<i>R.calca</i>	<i>R.calca</i>			<i>R.calca</i>	
				<i>Bacter</i>		<i>D.brigh</i>	<i>D.brigh</i>				
				<i>L.medi</i>	<i>L.medi</i>	<i>L.undu</i>					
					<i>C.exce</i>						<i>C.exce</i>
									<i>Coscin</i>		<i>Coscin</i>
						<i>P.sulca</i>					
								<i>E.zood</i>			
<i>N.long</i>	<i>N.long</i>	<i>N.long</i>	<i>N.long</i>	<i>N.long</i>	<i>N.long</i>	<i>N.long</i>	<i>N.long</i>	<i>N.long</i>	<i>N.long</i>	<i>N.long</i>	<i>N.long</i>
<i>Nitzs</i>	<i>Nitzs</i>	<i>Nitzs</i>	<i>Nitzs</i>	<i>Nitzs</i>	<i>Nitzs</i>	<i>Nitzs</i>	<i>Nitzs</i>	<i>Nitzs</i>	<i>Nitzs</i>	<i>Nitzs</i>	<i>Nitzs</i>
<i>P.pung</i>	<i>P.pung</i>	<i>P.pung</i>	<i>P.pung</i>	<i>P.pung</i>		<i>P.pung</i>	<i>P.pung</i>	<i>P.pung</i>	<i>P.pung</i>	<i>P.pung</i>	<i>P.pung</i>
					<i>P.delic</i>				<i>P.delic</i>		<i>P.delic</i>
					<i>P.seri</i>					<i>P.seri</i>	
		<i>N.bica</i>			<i>N.bica</i>						<i>N.bica</i>
		<i>T.nitzs</i>									
			<i>S.memb</i>	<i>S.memb</i>				<i>S.memb</i>	<i>S.memb</i>	<i>S.memb</i>	
			<i>Navi</i>	<i>Navi</i>	<i>Navi</i>			<i>Navi</i>	<i>Navi</i>	<i>Navi</i>	<i>Navi</i>
		<i>N.dire</i>	<i>N.dire</i>					<i>N.dire</i>	<i>N.dire</i>		<i>N.dire</i>
						<i>T.fraue</i>	<i>T.fraue</i>		<i>T.fraue</i>		<i>T.fraue</i>
											<i>Pinnu</i>
											<i>P.angu</i>
<i>Gymno</i>	<i>Gymno</i>	<i>Gymno</i>	<i>Gymno</i>	<i>Gymno</i>	<i>Gymno</i>	<i>Gymno</i>	<i>Gymno</i>	<i>Gymno</i>	<i>Gymno</i>	<i>Gymno</i>	<i>Gymno</i>
		<i>Gyro</i>	<i>Gyro</i>	<i>Gyro</i>	<i>Gyro</i>			<i>Gyro</i>	<i>Gyro</i>	<i>Gyro</i>	<i>Gyro</i>
<i>Cochlo</i>							<i>Oxyto</i>	<i>Oxyto</i>			
<i>P.mica</i>								<i>G.cate</i>			<i>G.cate</i>
					<i>Gonya</i>						
	<i>M.rubr</i>	<i>M.rubr</i>		<i>M.rubr</i>							

En relación a la abundancia superficial del fitoplancton (> 3%) por cada época estacional en cada sitio de estudio, se evidenció variabilidad de especies en diferente orden de abundancia, las que se detallan en el Anexo 5. Las especies de diatomeas

céntricas en los cuatro sitios en los 3 años (0-50m) y en ambas épocas estacionales fueron *G. striata*, *L. danicus*, *D. fragilissimus*, *R. imbricata*, *S. costatum* (Cuadro 5).

Cuadro 5. Principales especies de diatomeas céntricas en los 4 sitios de estudio en los primeros 50m de profundidad, durante el 2013 al 2015 (resumen cuadros 3 y 4): especies Época Húmeda (color rosado), Época seca (color verde), otras especies no evidenciaron preferencia estacional.

0 m	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m
<i>G.striata</i>	<i>G.striata</i>	<i>G.striata</i>	<i>G.striata</i>	<i>G.striata</i>	<i>G.striata</i>
<i>L.danicus</i>	<i>L.danicus</i>	<i>L.danicus</i>	<i>L.danicus</i>	<i>L.danicus</i>	<i>L.danicus</i>
<i>D.fragilissimu</i>	<i>D.fragilissimu</i>	<i>D.fragilissimu</i>	<i>D.fragilissimu</i>	<i>D.fragilissimu</i>	<i>D.fragilissimu</i>
<i>R.imbricata</i>	<i>R.imbricata</i>	<i>R.imbricata</i>	<i>R.imbricata</i>	<i>R.imbricata</i>	<i>R.imbricata</i>
<i>S.costatum</i>	<i>S.costatum</i>	<i>S.costatum</i>	<i>S.costatum</i>	<i>S.costatum</i>	<i>S.costatum</i>
<i>D.antarcticus</i>	<i>D.antarcticus</i>	<i>D.antarcticus</i>	<i>D.antarcticus</i>	<i>D.antarcticus</i>	<i>D.antarcticus</i>
<i>H.sinensis</i>	<i>H.sinensis</i>	<i>H.sinensis</i>	<i>H.sinensis</i>	<i>H.sinensis</i>	<i>H.sinensis</i>
	<i>Thalassiosira</i>	<i>Thalassiosira</i>	<i>Thalassiosira</i>	<i>Thalassiosira</i>	<i>Thalassiosira sp.</i>
<i>L.borealis</i>	<i>L.borealis</i>	<i>L.borealis</i>	<i>L.borealis</i>	<i>L.borealis</i>	
<i>P.alata</i>	<i>P.alata</i>	<i>P.alata</i>	<i>P.alata</i>	<i>P.alata</i>	<i>P.alata</i>
<i>D.brightwellii</i>	<i>D.brightwellii</i>	<i>D.brightwellii</i>			
<i>C.affinis</i>	<i>C.affinis</i>	<i>C.affinis</i>	<i>C.affinis</i>	<i>C.affinis</i>	<i>C.affinis</i>
<i>C.curvisetus</i>	<i>C.curvisetus</i>	<i>C.curvisetus</i>		<i>C.curvisetus</i>	<i>C.curvisetus</i>
<i>C.didymus</i>				<i>C.didymus</i>	
			<i>C. dictaeta</i>		
					<i>C.atlanticus</i>
	<i>C.coartactus</i>				
	<i>Chaetocero sp</i>	<i>Chaetocero sp.</i>		<i>Chaetocero sp</i>	<i>Chaetocero sp.</i>
		<i>C.excentricus</i>			<i>C.excentricus</i>
					<i>Coscinodiscus sp.</i>
					<i>C.radiatus</i>
<i>R.imbr.var</i>	<i>R.imbr.var</i>	<i>R.imbr.var</i>			
<i>R.setigera</i>	<i>R.setigera</i>	<i>R.setigera</i>			
<i>R.calcar-avis</i>	<i>R.calcar-avis</i>			<i>R.calcar-avis</i>	
<i>R.fragilissima</i>		<i>R.fragilissima</i>			
			<i>R.hebetata</i>		
<i>R.acuminata</i>	<i>R.acuminata</i>				
<i>S palmeriana</i>	<i>S palmeriana</i>		<i>S palmeriana</i>	<i>S palmeriana</i>	<i>S palmeriana</i>
	<i>G.cylindrus</i>	<i>G.cylindrus</i>			
		<i>E.zoodiacus</i>			
			<i>P.sulcata</i>	<i>P.sulcata</i>	
				<i>Bacteriastrum sp.</i>	
				<i>L. mediterraneus</i>	
<i>L.undu</i>					
					<i>L.borea</i>

Otras especies de diatomeas céntricas se registraron en ambas épocas estacionales pero no en todas las profundidades fueron *D. antarcticus*, *H. sinensis*, *Thalassiosira sp.*, *L. borealis*, *C. affinis*, *C. curvisetus* (Cuadro 5). Otras especies presentaron preferencias por los lugares de estudio en época húmeda (EH) y seca (ES); en La Libertad se registró *R. imbricata* (2014: ES) a 0, 10 y 20m; *R. hebetata* (2013) a 30m; *Bacteriastrum sp.*, *P. alata* y *L. mediterraneus* (2015 EH) a 50m y 40m; *C. didymus* (2015 EH) a 40m; *C. excentricus* (2014 EH) a 20m; En Puerto Bolívar *R. calcar-avis* (2014 ES) 0, 10 y 40m; *C. coarctatus* (2014 EH) a 10m; *E. zoodiacus* (2015 EH) a 20m; *L. undulatus* (2015 EH) a 0m; en Esmeraldas *R. fragilissima* (2013 ES) en 0 y 20m; *Chaetoceros sp.* (2015 ES EH) a 10 y 20m; *C. dictyota* (2015 ES) a 30m; *D. brigtwelli* (2015 EH) a 10 y 20m.

La abundancia de las principales especies de esta investigación, coinciden con los principales géneros y especies reportados en Leblanc et al., (2012); ellos han registrado “bloom” de *Dactyliosolen fragilissimus* y *Chaetoceros sp.* en la región de afloramiento de Perú, donde el afloramiento superficial se compone de *D. fragilissimus*, *L. danicus*, *Guinardia delicatula*; el género con mayor rango de biomasa correspondió a *Thalassiosira*; los géneros dominantes a nivel global fueron *Rhizosolenia*, *Thalassiosira*, *Chaetoceros*, *Dactyliosolen*, *Guinardia*, *Detonula*, *Coscinodiscus*, *Leptocylindrus*, *Nitzschias*, *Skeletonema*, *Lauderia*, *Proboscia*, *Ditylum* entre otros géneros (<1%).

En el grupo de diatomeas pennadas (Cuadro 6), las especies registradas en todos los sitios y en todas las profundidades fueron *N. longissima*, *Nitzschia sp.*, *P. pungens*; Otras especies se registraron solo en la época húmeda y solo en la época seca en diferentes profundidades (Cuadros 5 y 6).

Cuadro 6. Principales especies de diatomeas pennadas en los 4 sitios de estudio en los primeros 50m de profundidad, profundidad, durante el 2013 al 2015 (resumen cuadros 3 y 4): especies Época Húmeda (color rosado), Época seca (color verde), otras especies no evidenciaron preferencia estacional.

0 m	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m
<i>N.longisima</i>	<i>N.longisima</i>	<i>N.longisima</i>	<i>N.longisima</i>	<i>N.longisima</i>	<i>N.longisima</i>
<i>Nitzschia sp.</i>	<i>Nitzschia sp.</i>	<i>Nitzschia sp.</i>	<i>Nitzschia sp.</i>	<i>Nitzschia sp.</i>	<i>Nitzschia sp.</i>
<i>P.pungens</i>	<i>P.pungens</i>	<i>P.pungens</i>	<i>P.pungens</i>	<i>P.pungens</i>	<i>P.pungens</i>
<i>S.membranacea</i>	<i>S.membranacea</i>	<i>S.membranacea</i>	<i>S.membranacea</i>	<i>S.membranacea</i>	<i>S.membranacea</i>
<i>T.nitzschoides</i>		<i>T.nitzschoides</i>	<i>T.nitzschoides</i>	<i>T.nitzschoides</i>	<i>T.nitzschoides</i>
<i>P.delicatissima</i>		<i>P.delicatissima</i>	<i>P.delicatissima</i>	<i>P.delicatissima</i>	<i>P.delicatissima</i>
			<i>P.serjata</i>	<i>P.serjata</i>	
<i>N.clostterium</i>	<i>N.clostterium</i>				
<i>T.frauenfeldii</i>	<i>T.frauenfeldii</i>		<i>T.frauenfeldii</i>		<i>T.frauenfeldii</i>
		<i>N.bicapitata</i>	<i>N.bicapitata</i>	<i>N.bicapitata</i>	<i>N.bicapitata</i>
		<i>N.directa</i>	<i>N.directa</i>	<i>N.directa</i>	<i>N.directa</i>
	<i>Navicula sp.</i>		<i>Navicula sp.</i>	<i>Navicula sp.</i>	<i>Navicula sp.</i>
				<i>N.transitans</i>	
					<i>Pinnularia sp.</i>
					<i>P.angulatum</i>
					<i>P.nicobaricum</i>

4.1.2.3. Índice de Diversidad Shannon y Equidad

En relación a la variabilidad de los promedios mensuales del índice de diversidad (Figura 32), fue ligeramente estable en Manta que en los otros sitios; en Esmeraldas presentó mayor variabilidad durante los primeros 6 meses; La Libertad y Puerto Bolívar el índice registró mayor variabilidad en todos los meses. En relación a la variabilidad estacional de época húmeda y época seca de los tres años, en Esmeraldas se observó que el valor de la mediana fue incrementándose en los tres años; En Manta la mediana fue casi estable en todas las épocas, registrando mayor dispersión en la época seca del 2015; En La Libertad y Puerto Bolívar las medianas fueron más inestables en todas las épocas en los tres años. Por consiguiente el índice presentó diferencias estadísticamente significativas entre las medianas de Esmeraldas, La Libertad y Puerto Bolívar, siendo más homogénea en Manta (Figura 34).

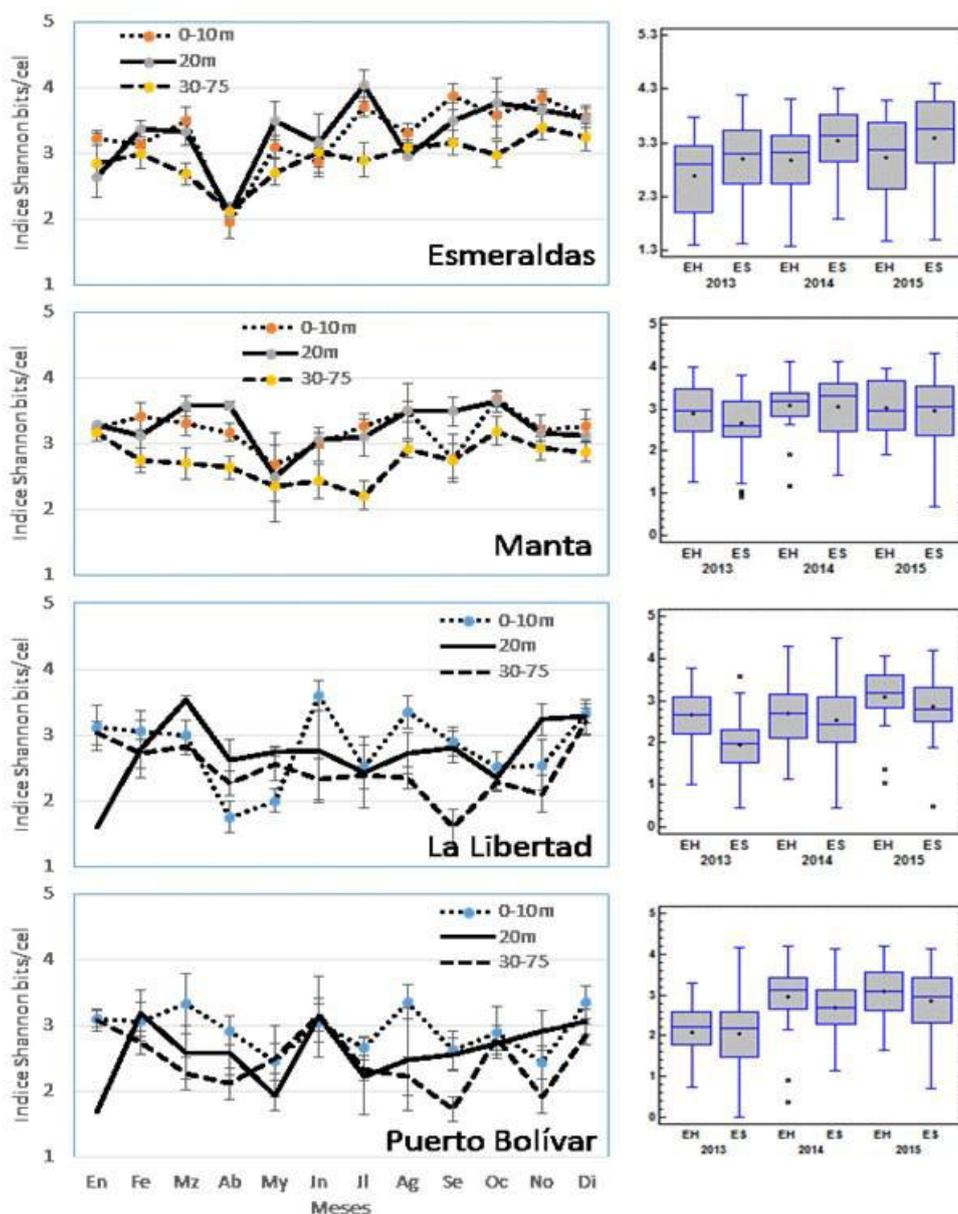


Figura 32. Distribución del promedio y error estándar mensual del Índice de Shannon obtenido desde la data del Fitoplancton; su respectiva variabilidad estacional en época húmeda (EH) y en época seca (ES) en Esmeraldas, Manta, La Libertad y Puerto Bolívar, durante el 2013 al 2015. **Fuente:** (Torres, 2017)

La diversidad de Shannon, calculada en todos los meses a nivel superficial y en todos los sitios, osciló entre 1.06 y 4.46 bits/cel, registrando diferencias en los rangos del índice en Esmeraldas (2.84), La Libertad (3.41), Puerto Bolívar (3.05) y el menor rango se registró en Manta (1.92). A nivel de 10m en todos los sitios, osciló entre 0.59 y 4.3 bits/cel, los rangos fueron casi homogéneos entre 2.53 y 3.6. A nivel

de los 20m en todos los sitios, osciló entre 0.36 y 4.4 bits/cel, los rangos fueron casi homogéneos entre 2.36 y 3.5.

Peña y Pinilla (2002), mencionaron que para aguas colombianas del Pacífico la diversidad de Shannon osciló entre 3.5 y 5.3 bits. Ochoa y Tarazona (2003), mencionaron que en aguas peruanas de Bahía Independencia el índice fue bajo con valores menores a 3 bits/cel. Los valores bajos del índice correspondieron a poblaciones en activo crecimiento y con pocas especies dominantes, lo que se evidenció la oscilación de valores mensuales mínimos y altos en los tres años de estudio y en todos los sitios. (Figura 34).

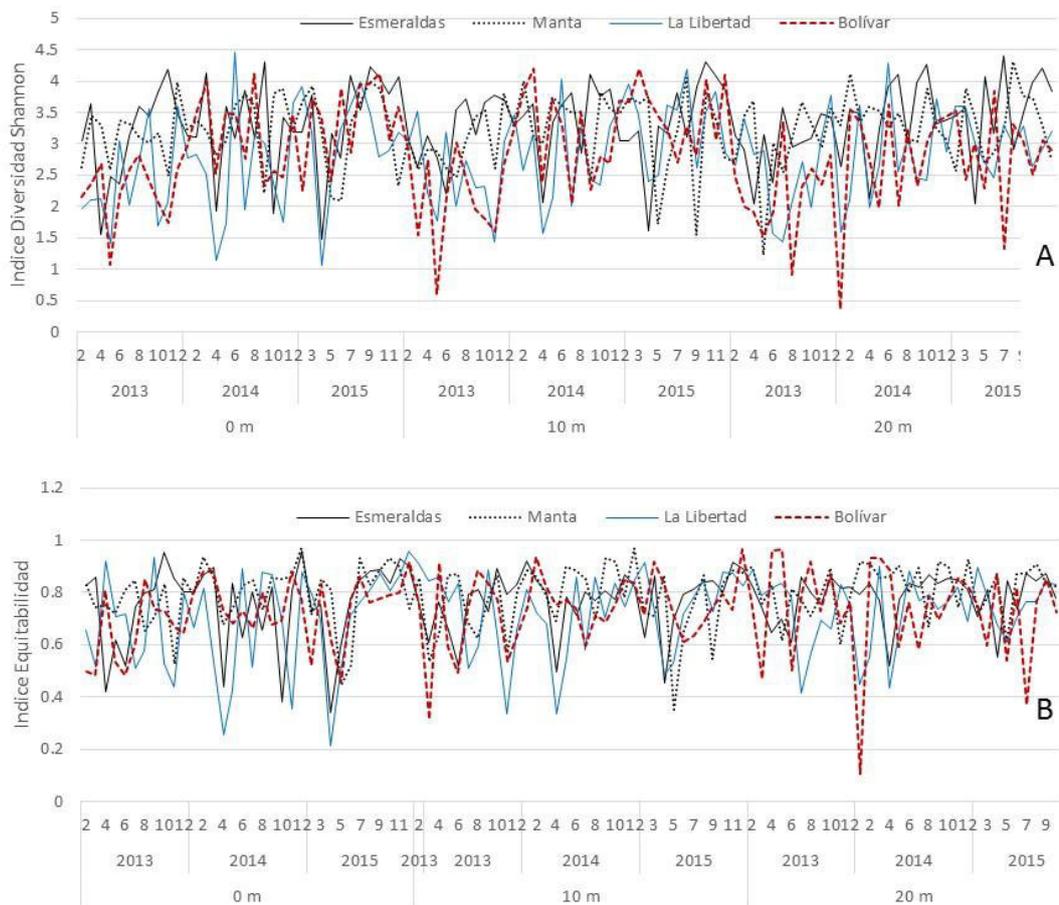


Figura 33. Variabilidad mensual del índice de diversidad de Shannon (A) y equidad (B) en 0, 10 y 20m de profundidad en cuatro sitios, durante el 2013 al 2015. **Fuente:** (Torres, 2017).

En relación a la variabilidad de los promedios mensuales del índice de equidad (Figura 34), presentó un patrón similar al índice de Shannon, en Manta presentó más homogeneidad que en los otros sitios. En relación a la variabilidad estacional de época húmeda y época seca de los tres años, en Esmeraldas se observó que la mediana fue incrementándose en los tres años; en Manta la mediana fue casi estable en todas las épocas, registrando mayor dispersión en la época seca del 2015; en La Libertad y Puerto Bolívar las medianas fueron más heterogéneas en todas las épocas en los tres años.

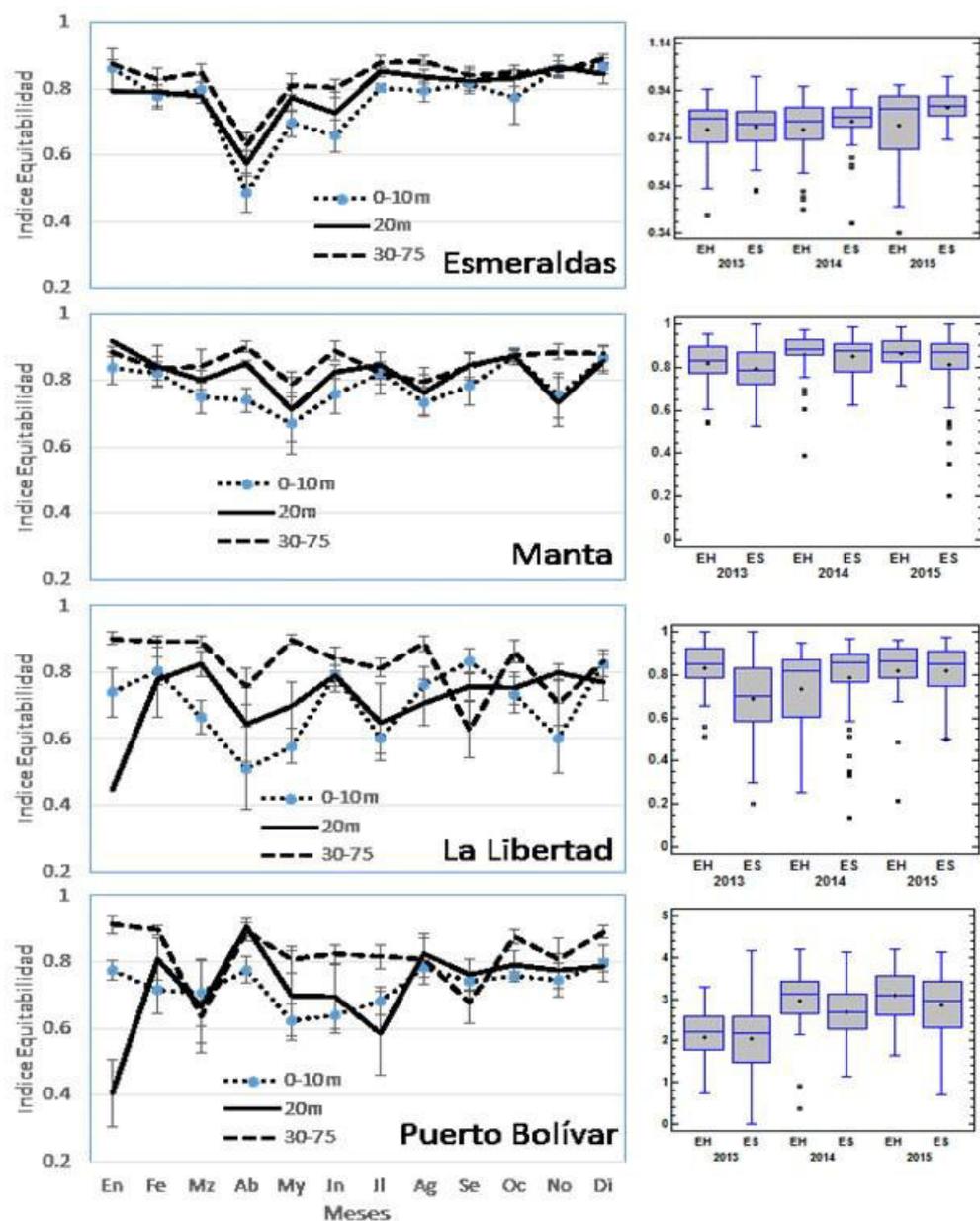


Figura 34. Distribución del promedio y error estándar mensual del Índice de Equidad obtenido desde la data del Fitoplancton; su respectiva variabilidad estacional en época húmeda (EH) y en época seca

(ES) en Esmeraldas, Manta, La Libertad y Puerto Bolívar, durante el 2013 al 2015. **Fuente:** (Torres, 2017)

El índice de equidad, calculado en todos los meses a nivel superficial y en todos los sitios, osciló entre 0.21 y 0.97, registrando diferencias en los rangos del índice en Esmeraldas (0.62), Manta (0.52), La Libertad (0.75), Puerto Bolívar (0.46). A nivel de 10m en todos los sitios, osciló entre 0.32 y 0.97, los rangos fueron casi homogéneos entre 0.47 y 0.65. A nivel de los 20m en todos los sitios, osciló entre 0.11 y 0.97, los rangos fueron casi homogéneos entre 0.33 y 8.6 (Figura 34).

La distribución vertical en relación a la profundidad de la termoclina evidenció diferenciación, relacionada por la posición del Frente Ecuatorial. Al norte con aguas más cálidas en la columna de agua, consecuentemente la termoclina también fue más profunda en Esmeraldas a 30 m e incluso a 50 m se evidenció durante el 2015 (Figura 35), efecto causado por el Evento El Niño; en Manta también registró algo similar a Esmeraldas, con excepción del 2013 en que fue a 10 m. En La Libertad y Puerto Bolívar, en ambos sitios las preferencias del inicio de la termoclina fueron en la capa superficial de 10 y 20 m.

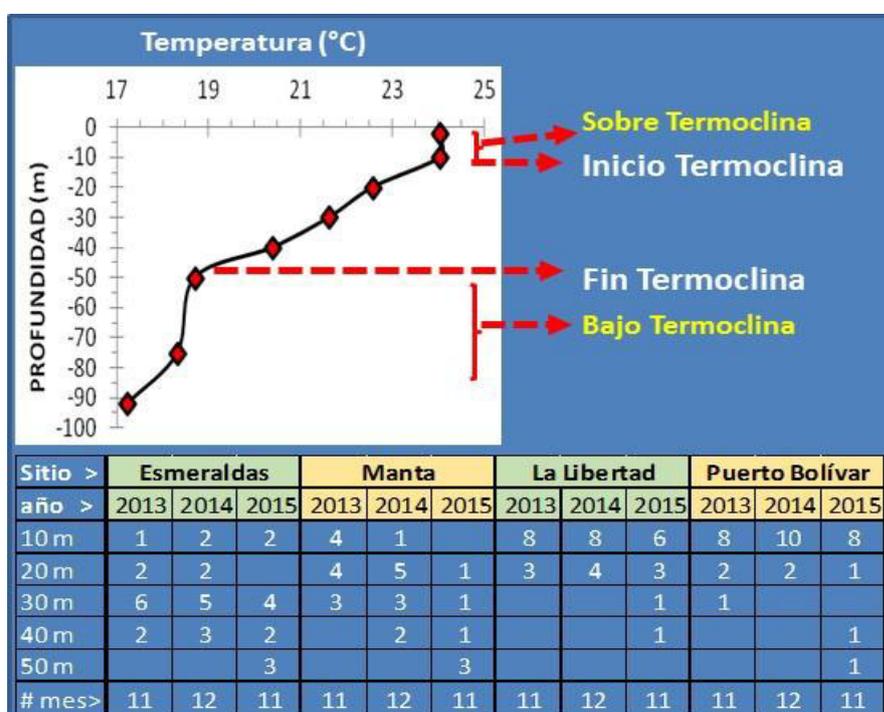


Figura 35. Esquema de la posición de la termoclina; variabilidad mensual en la profundidad del inicio de la termoclina en cuatro sitios, durante el 2013 al 2015. **Fuente:** (Torres, 2017)

4.1.2.4. Distribución de especies abundantes y su relación con los sitios de investigación

La distribución mensual (3 años) de la abundancia o máximos celulares de 17 principales especies, registradas en los 4 sitios de estudio y en 4 niveles de profundidad (0, 10, 20 y 30m), evidenciaron que no todos las máximas concentraciones ocurrieron en los 4 sitios en el mismo mes de cada año (*S. costatum*), otras sí coincidieron con ligera variabilidad con los niveles de profundidad; otras especies presentaron varios máximos a nivel superficial (*N. longissima*, *L. danicus*), otras presentaron varios máximos o fueron más frecuentes a nivel subsuperficial (*G. striata*, *C. affinis*, *C. curvisetus*, *P. alata*, *P. pungens*). Anexo 6 se presentan gráficos de la variabilidad de los máximos de 13 especies de diatomeas. A continuación se detallan las siguientes especies:

La abundancia de *D. fragilissimus* fue registrada en La Libertad, preferentemente para abril 2014 (0-30 m), abril 2015 (0-20 m); en Manta registró ligeros incrementos solo en mayo 2015 a 10 m (Figura 36).

Los máximos de *Guinardia striata* evidenció un solo en Esmeraldas para junio 2013 (0-20 m), en Manta un solo superficial para junio 2015; en La Libertad un solo máximo para mayo 2015 (0-30 m). Sin embargo, a 30 m esta especie se registró en casi todos los meses y en todos los sitios (Figura 37).

La diatomea pennada *Nitzschia longissima* fue la especie con mayor frecuencia de mayor densidad algal que las anteriores diatomeas. En Esmeraldas con dos máximos, en abril 2014 (0 a 30 m) y 2015 fue solo superficial. En Manta también con dos máximos, en marzo y abril 2013 (10m) y febrero y marzo 2015 fue superficial. En La Libertad con máximos en mayo y junio 2015 (0 y 10 m); abril a junio (20 m) del 2015. En Puerto Bolívar no registró máximos solo fue frecuente (Figura 38).

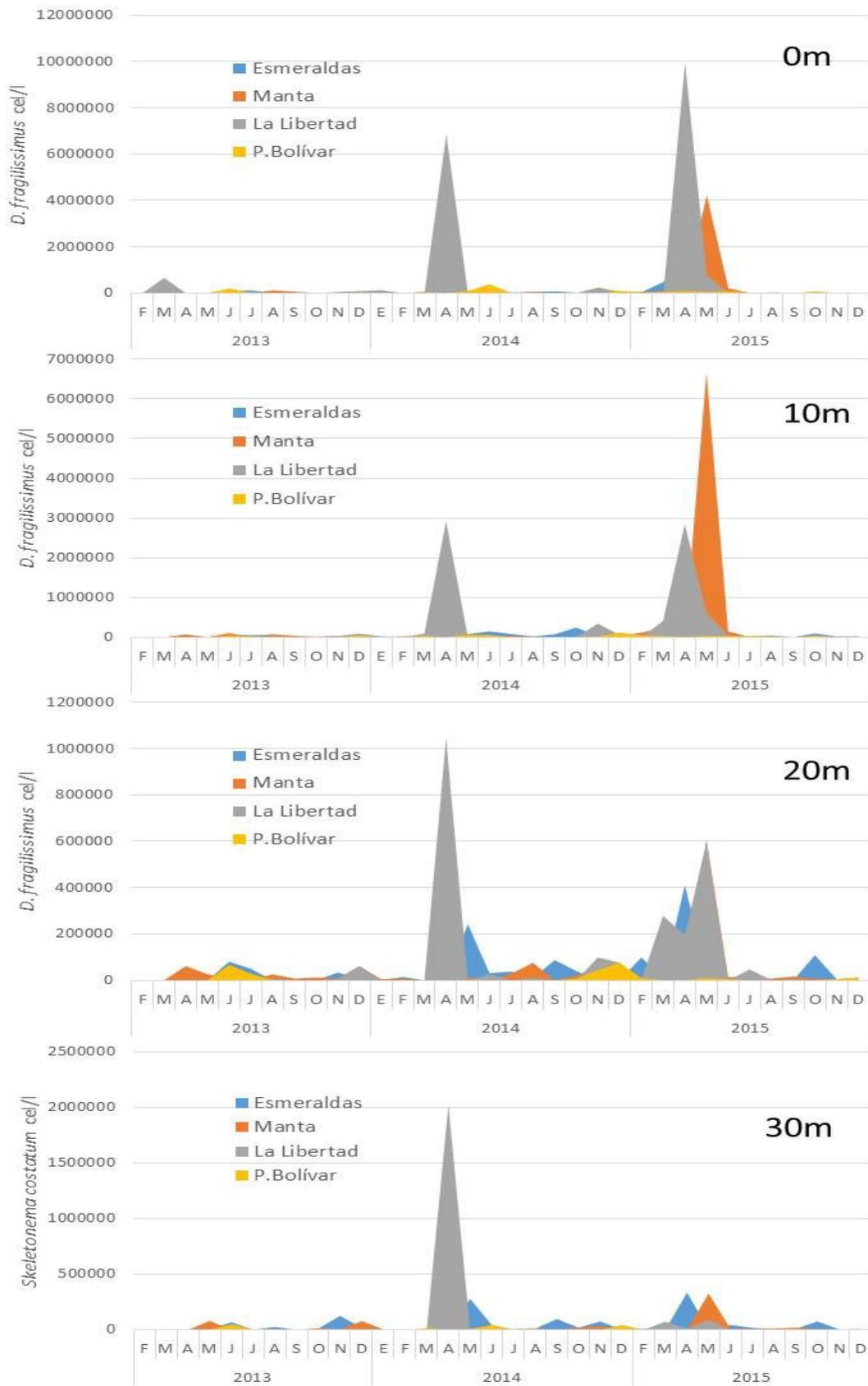


Figura 36. Distribución de mayor densidad de *D. fragilissimus* registradas la columna de agua (0 a 30m) en los 4 sitios, durante el 2013 y 2015. **Fuente:** (Torres, 2017)

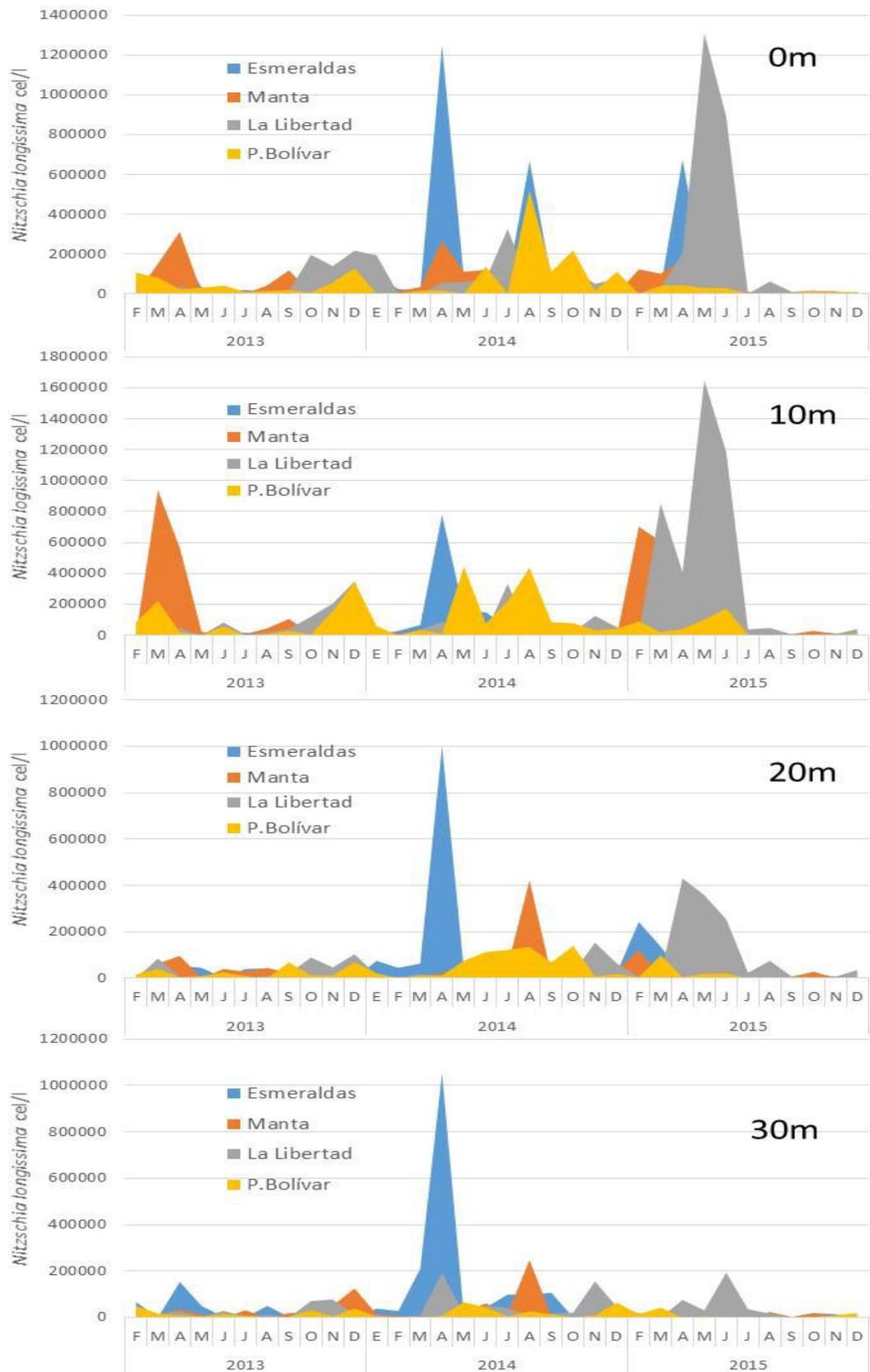


Figura 37. Distribución de mayor densidad de *Guinardia striata* registradas la columna de agua (0 a 30m) en loa 4 sitios, durante el 2013 y 2015. **Fuente:** (Torres, 2017)

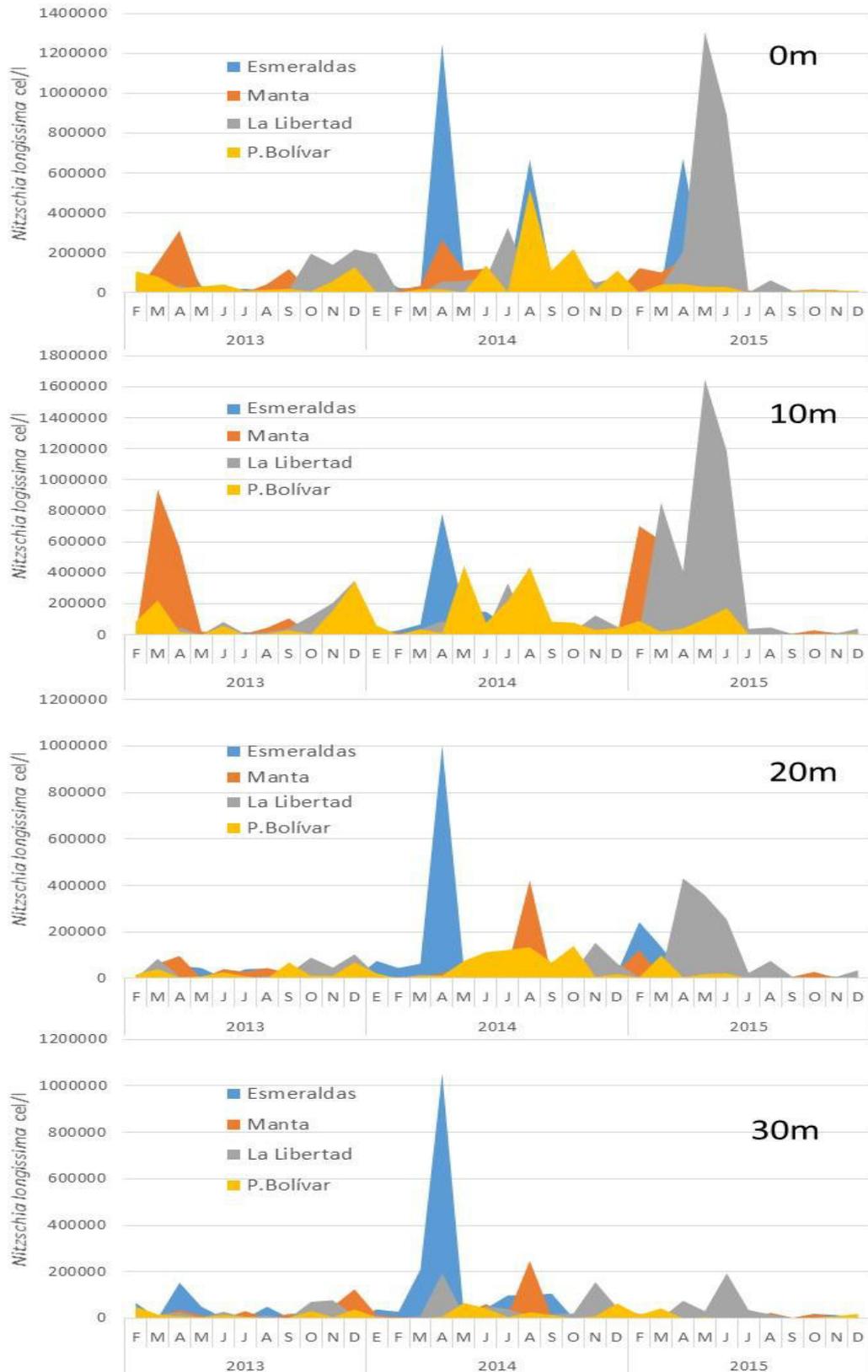


Figura 38. Distribución de mayor densidad de *N. longissima* registradas la columna de agua (0 a 30m) en los 4 sitios, durante el 2013 y 2015. Fuente: (Torres, 2017)

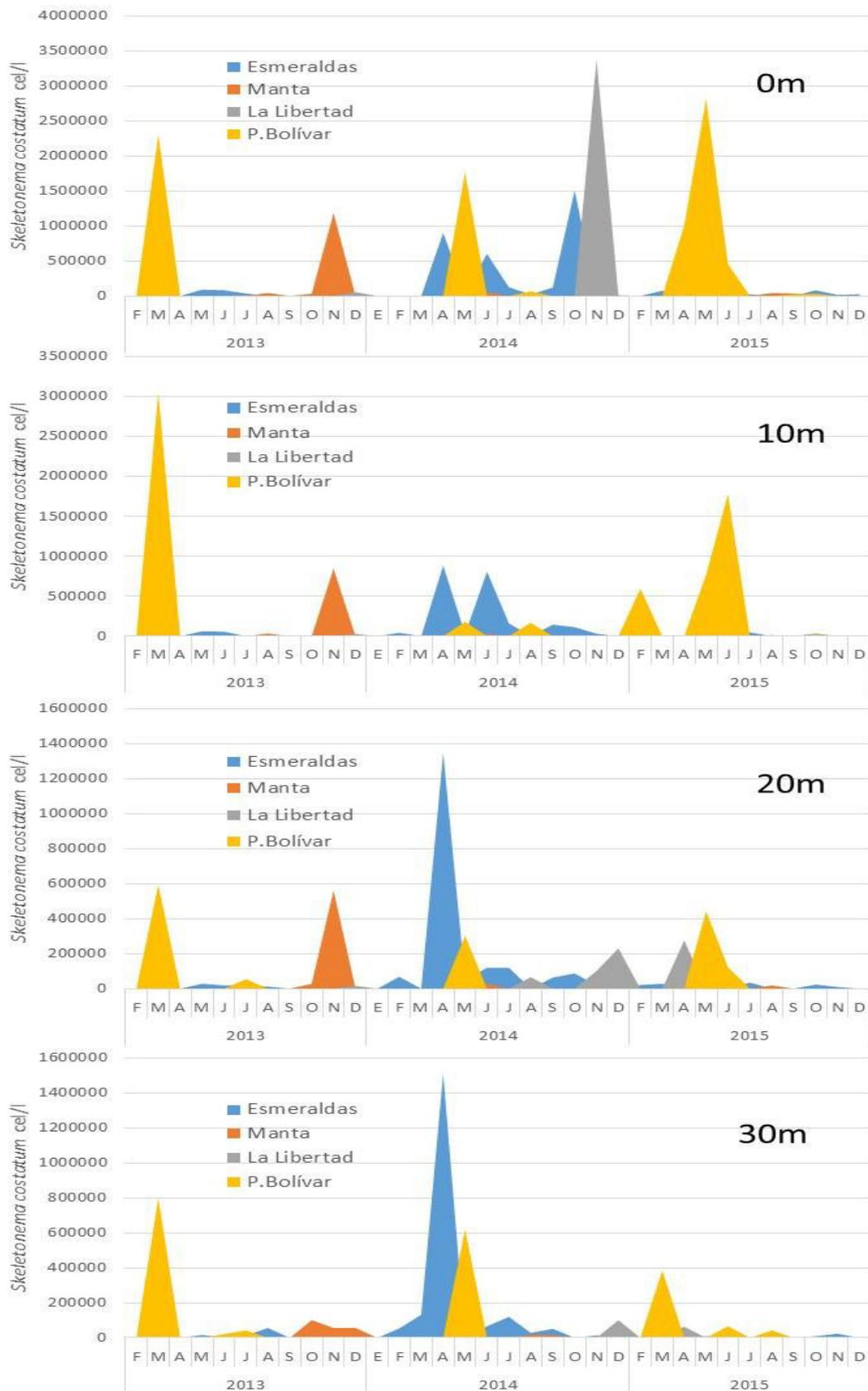


Figura 39. Distribución de mayor densidad de *Skeletonema costatum* registradas la columna de agua (0 a 30m) en loa 4 sitios, durante el 2013 y 2015. Fuente: (Torres, 2017).

Skeletonema costatum fue más abundante en Esmeraldas en abril 2014 (20 y 30 m); incrementos a 10 m en abril y junio 2014; ligeros incrementos a nivel superficial en octubre, abril y junio 2014. En Manta presentó un solo máximo en noviembre 2013 (0 a 20 m); en La Libertad también un solo registró para noviembre 2014; en Puerto Bolívar registró tres máximos, en marzo 2013 (0 a 30 m), en abril-mayo 2015 (0 y 10 m) y en mayo 2014 en 0 y 30 m (Figura 39). Ochoa y Tarazona (2003), mencionaron la especie dominante fue *S. costatum* la que fue sustituida posteriormente por *T. nitzschoides* en marzo y abril del 1988 en Bahía Independencia en Perú.

Ochoa y Tarazona (2003), reportaron mayor variabilidad pasando de valores máximos a mínimos y viceversa entre las 08:00 y 15:00, como fue evidenciada para *S. costatum* y *T. nitzschoides*; además otras especies mostraron una distribución similar a estas dos especies. Las temperaturas fluctuaron entre 15.4 y 17.2°C.

4.1.3 Relación del Fitoplancton con los parámetros ambientales

La abundancia de los principales grupos funcionales del fitoplancton, en relación a temperatura, salinidad y oxígeno disuelto, reflejaron que en La Libertad, Puerto Bolívar y Manta evidenciaron escasos datos de alta densidad de diatomeas céntricas coincidieron con altas temperaturas, manteniendo un similar comportamiento para la salinidad y el oxígeno; similar condición de máximos de diatomeas pennadas se registraron principalmente para La Libertad; en el grupo de los dinoflagelados se evidenció un solo máximo en La Libertad y Manta, dos en Puerto Bolívar (Figura 40).

En relación a los tres nutrientes (nitrato, fosfato y silicato) presentaron un comportamiento inverso a la temperatura, salinidad y oxígeno disuelto, reflejaron escasos datos con alta densidad de diatomeas céntricas en casi agotamiento de nitrato, fosfato y silicato en La Libertad, Manta y Puerto Bolívar; similar condición para las diatomeas pennadas solo en La Libertad; dinoflagelados evidenciaron un solo máximo en La Libertad y Manta, dos en Puerto Bolívar (Figura 41).

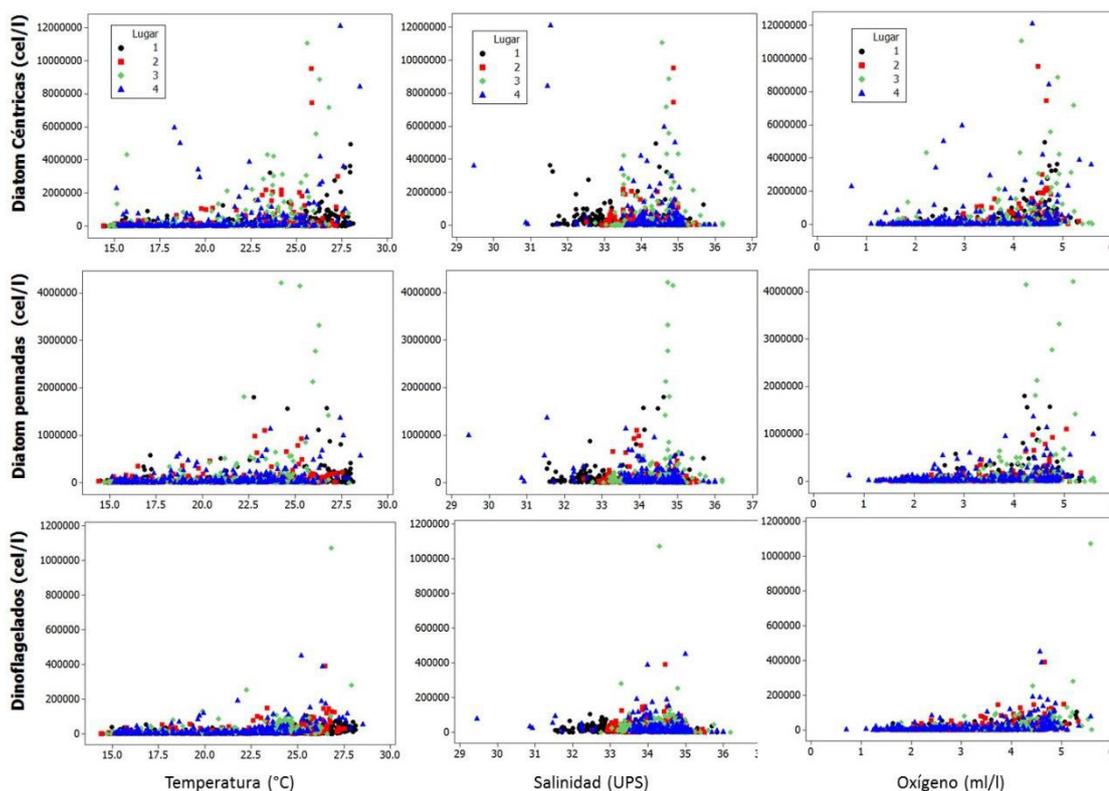


Figura 40. Relación de los grupos funcionales del fitoplancton (diatomeas céntricas-pennadas y dinoflagelados) con temperatura, salinidad y oxígeno en los 4 sitios (1=Esmeraldas; 2=Manta; 3=La Libertad; 4= Puerto Bolívar) en todos los niveles de profundidad, durante el 2013 al 2015. **Fuente:** (Torres, 2017)

La abundancia del fitoplancton (Figuras 40 y 41), se evidenció en todos los meses del estudio, siendo abril, mayo, marzo y junio los que registraron mayor densidad algal con las variables ambientales, y el mayor número correspondieron al 2014 y 2015 en 0 y 10m de profundidad, preferiblemente en La Libertad y Puerto Bolívar.

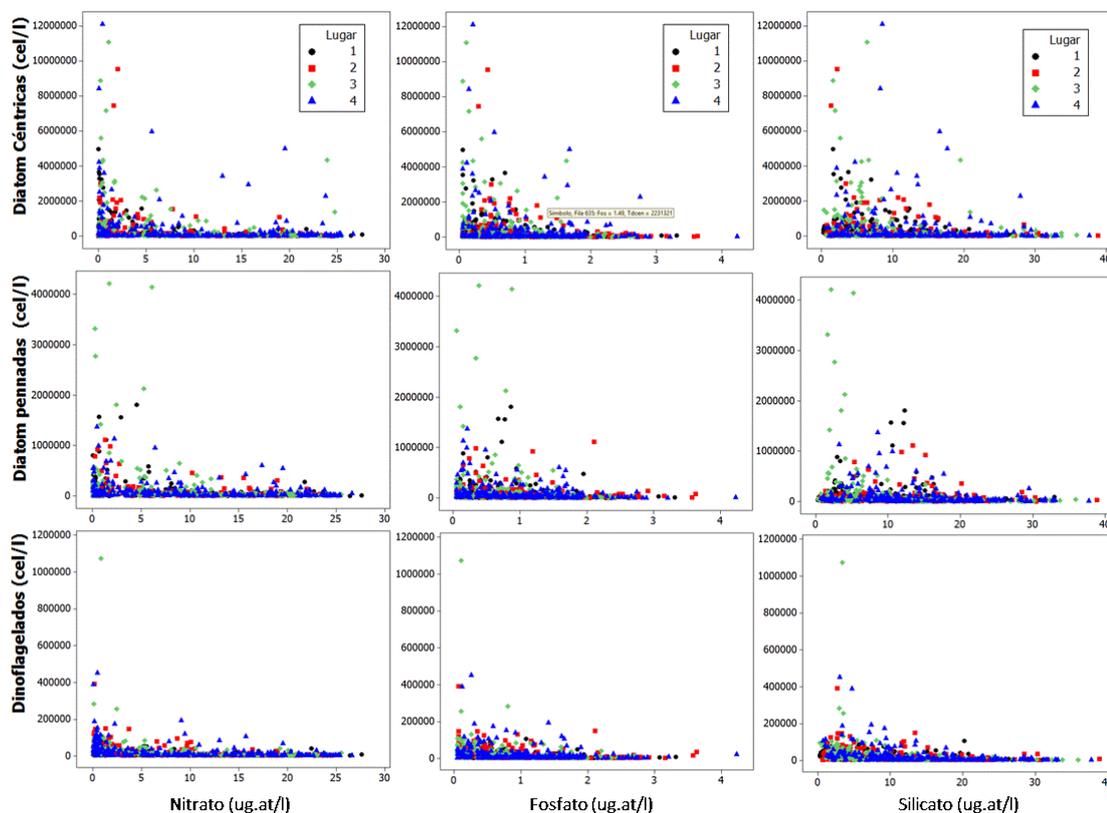


Figura 41. Relación de los grupos funcionales del fitoplancton (diatomeas céntricas-pennadas y dinoflagelados) con nitrato, fosfato y silicato en los 4 sitios (1=Esmeraldas; 2=Manta; 3=La Libertad; 4= Puerto Bolívar) en todos los niveles de profundidad, durante el 2013 al 2015. **Fuente:** (Torres, 2017)

En el análisis de correlación de la matriz de Spearman (Anexo 7) se resumen los resultados del análisis por sitio (Esmeraldas, Manta, La Libertad y Puerto Bolívar) y por profundidad (0-10, 20 y 30-75m). De este análisis no se observó relación de la temperatura y salinidad, lo cual indicaría que las condiciones oceanográficas respondieron a varios procesos forzantes (Ondas Kelvin, El Niño entre otros). Las variables de nitrato, fosfato, silicato y nitrito se relacionaron significativamente a nivel subsuperficial de 20 y 30-75m; con nitrato y temperatura en todos los sitios; nitrato-fosfato en tres sitios (Esmeraldas, Manta y La Libertad); silicato-temperatura en los 4 sitios (30-75m) y tres sitios (20m); nitrito y temperatura solo en Puerto Bolívar (0-10m y 20m). En relación nitrato con temperatura y oxígeno fueron relacionadas significativamente inversa a nivel subsuperficial (20 y 30-75m), nitrato con salinidad fueron significativamente relacionadas. La variable fosfato con temperatura y oxígeno registraron significancia inversa a nivel subsuperficial; el fosfato con la variable nitrato

fueron significativas principalmente en Esmeraldas (0-10, 20 y 30-7m), en Manta y Puerto Bolívar (20m) y en La Libertad (20 y 30-75m). La variable silicato también presentó similar tendencia al nitrato y fosfato, la relación fue inversamente significativa con la temperatura y el oxígeno. Las variables nitrato, fosfato y silicato evidenciaron que su significancia inversa, serían consecuencias de los procesos físicos más que de los procesos biológicos.

En cambio con los procesos biológicos (fitoplancton cuantitativo), fueron escasas (géneros/especies) los que se relacionaron con las variables ambientales, *Thalassiosira sp.* con temperatura en Esmeraldas (20m); *N. longissima* con silicato en Manta (0-10m), *Chaetoceros* con nitrato y fosfato (20m), *Prorocentrum* con temperatura y nitrato-inverso (30-75m); En La Libertad *S. costatum* fue significativa con fosfato, *Prorocentrum* con temperatura (0-10m); en 30-75 m *S. costatum* fue significativa e inversa con temperatura, *Prorocentrum* también fue significativa-inversa con salinidad, nitrato, fosfato, silicato, y significativo con temperatura y oxígeno. En Puerto Bolívar, *S. costatum* fue significativa con silicato (0-10m) y significativa inversa con temperatura, oxígeno y nitrito (20m); *Prorocentrum* fue significativa con temperatura y oxígeno, significativo-inversa con silicato, nitrato y nitrito (20m). *Chaetoceros*, *G.striata*, *S. costatum* *L. danicus* fueron altamente significativas con la abundancia del fitoplancton y diatomeas céntricas; *D. fragilissimus*, *Nitzschia sp.*, *S. costatum*, *N. longissima* con la abundancia de diatomeas pennadas. Otras especies fueron significativas con otras especies.

La combinación de las variables ambientales con los principales grupos funcionales del fitoplancton (Diatomeas céntricas-pennadas, dinoflagelados) fluctuaron de forma irregular en las correlaciones cruzadas para Esmeraldas, La Libertad y Puerto Bolívar, mientras que en Manta se presentaron más correlaciones en 0 y 10m. Para el silicato y nitrato (0m), se observó relación directa de dos meses con las diatomeas céntricas; relación de la temperatura a (10m) con las diatomeas céntricas (4 meses) y pennadas (2 meses); relación directa del silicato con las diatomeas céntricas (2 meses) e inversa con dinoflagelados de 6 meses en Esmeraldas (Figura 42).

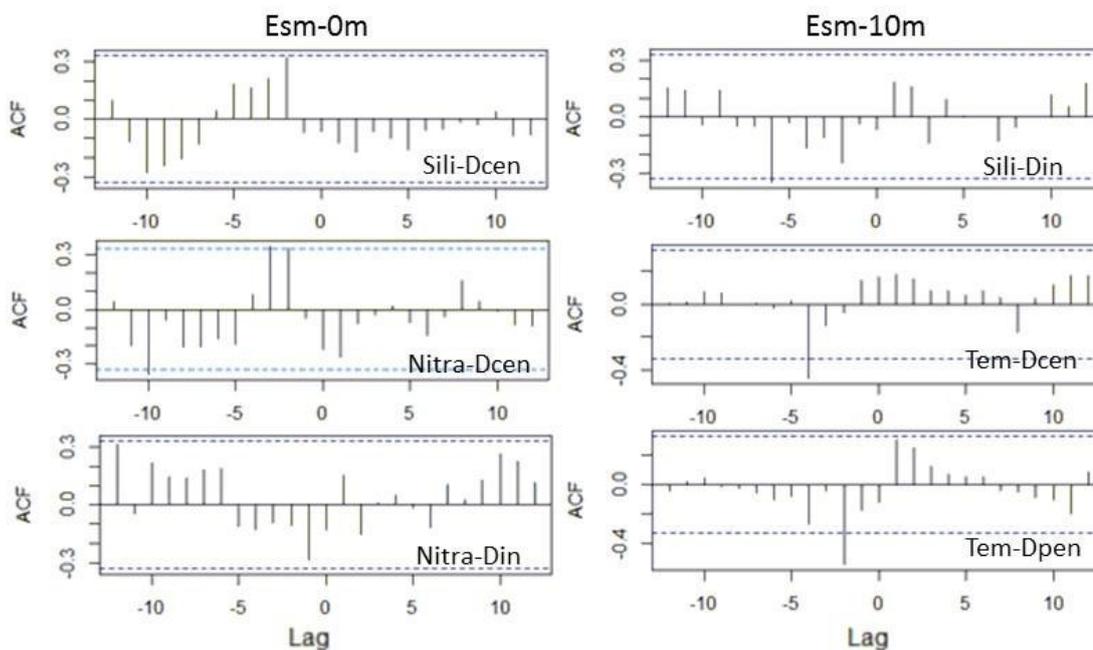


Figura 42. Correlaciones cruzadas entre los grupos funcionales del fitoplancton con las variables ambientales en superficie y 10m de profundidad en Esmeraldas durante el 2013 al 2015. **Fuente:** (Torres, 2017)

En Manta se registraron algunas combinaciones en la correlación cruzada; a nivel superficial se registró relación directa de las diatomeas céntricas con silicato (4 meses) y de forma inversa con la temperatura (4 meses); las diatomeas pennadas con nitrato (1 mes) y fue inversa con fosfato (2 meses); el grupo de los dinoflagelados con nitrato (2 meses) y fue inversa con fosfato (3 meses) y a nivel superficial; a los 10m de profundidad se evidenciaron ligeros cambios, las céntricas con nitrato (2 meses) y silicato (dos meses); las pennadas con silicato y fosfato (1 mes), los dinoflagelados con nitrato (2 meses) e inversa con temperatura con 3 meses (Figura 43).

En La Libertad a nivel superficial las variables no registraron correlación cruzada; a 10m se registraron correlaciones las diatomeas con nitrato (2 meses) y fue inversa las diatomeas con la temperatura (2 meses), los dinoflagelados con fosfato (4 meses). En Puerto Bolívar solo se evidenció relaciones a nivel superficial con diatomeas céntricas y silicatos (1 mes), dinoflagelados con temperatura (1-2 meses),

dinoflagelados con silicatos (2 meses); de forma inversa con diatomeas céntricas con fosfato (1 mes) (Figura 44).

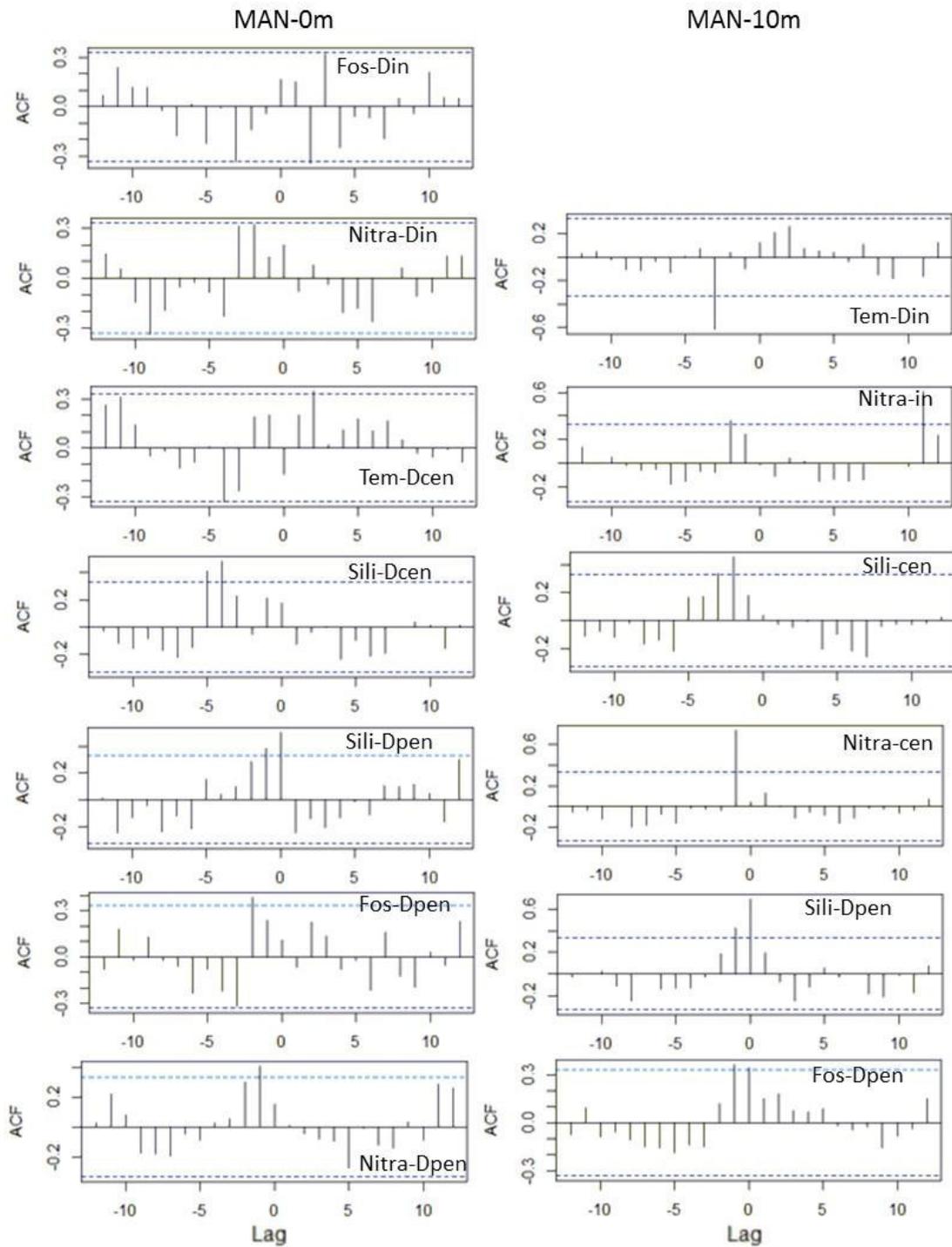


Figura 43. Correlaciones cruzadas entre los grupos funcionales del fitoplancton con las variables ambientales en superficie y 10m de profundidad en Manta durante el 2013 al 2015. **Fuente:** (Torres, 2017)

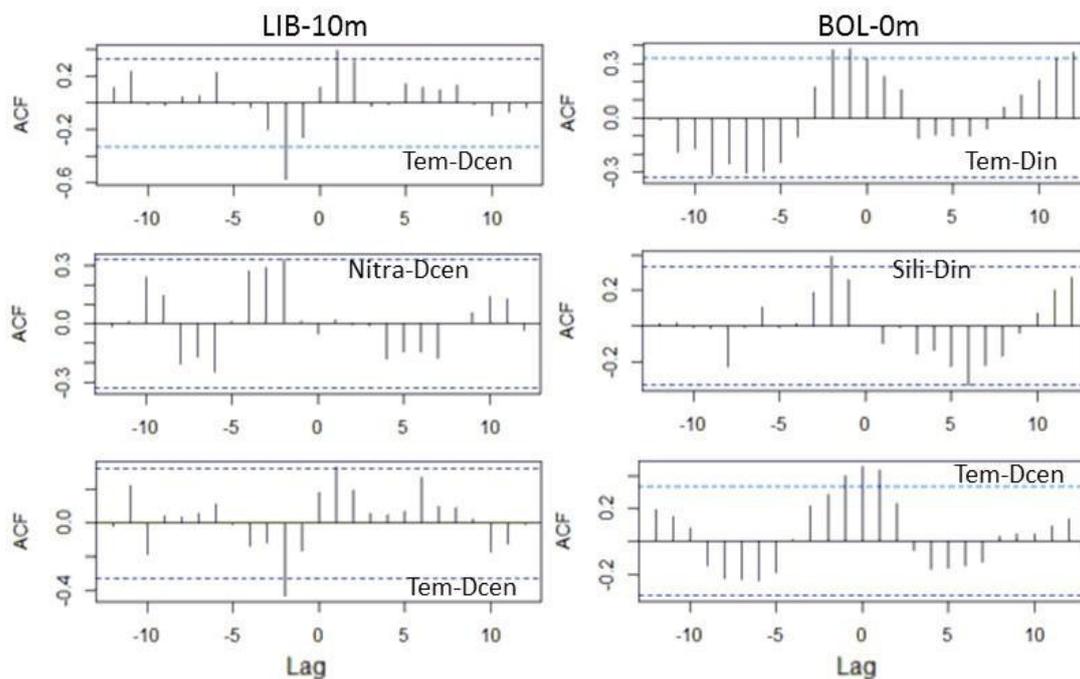


Figura 44. Correlaciones cruzadas entre los grupos funcionales del fitoplancton con las variables ambientales en superficie y 10m de profundidad en La Libertad y Puerto Bolívar, durante el 2013 al 2015. **Fuente:** (Torres, 2017)

Se registraron correlaciones cruzadas de los grupos funcionales diatomeas-pennadas y dinoflagelados con silicato, temperatura, nitrato y fosfato; la oscilación de estas combinaciones se registraron 13 casos de forma directa y 8 casos de forma inversa en 11 meses en tres años de estudio. Las correlaciones de temperatura fueron inversas con diatomeas y dinoflagelados. Los fosfatos también fueron inversas con dinoflagelados y diatomeas pennadas. Los silicatos y nitratos registraron relación directa con diatomeas céntricas-pennadas y dinoflagelados.

Las correlaciones cruzadas de los grupos funcionales de diatomeas céntricas-dinoflagelados y diatomeas céntricas-diatomeas pennadas a nivel superficial, realizadas en los 4 sitios de estudio, evidenciaron que en Esmeraldas las diatomeas (céntricas-pennadas) la oscilación registró dos meses de forma directa y las diatomeas céntricas-dinoflagelados la oscilación registró dos meses de forma inversa (Figura 45 A-B). En La Libertad entre las diatomeas céntricas-dinoflagelados, la oscilación

registró un mes de forma directa (Figura 45 C). En Manta y Puerto Bolívar no se registraron correlaciones.

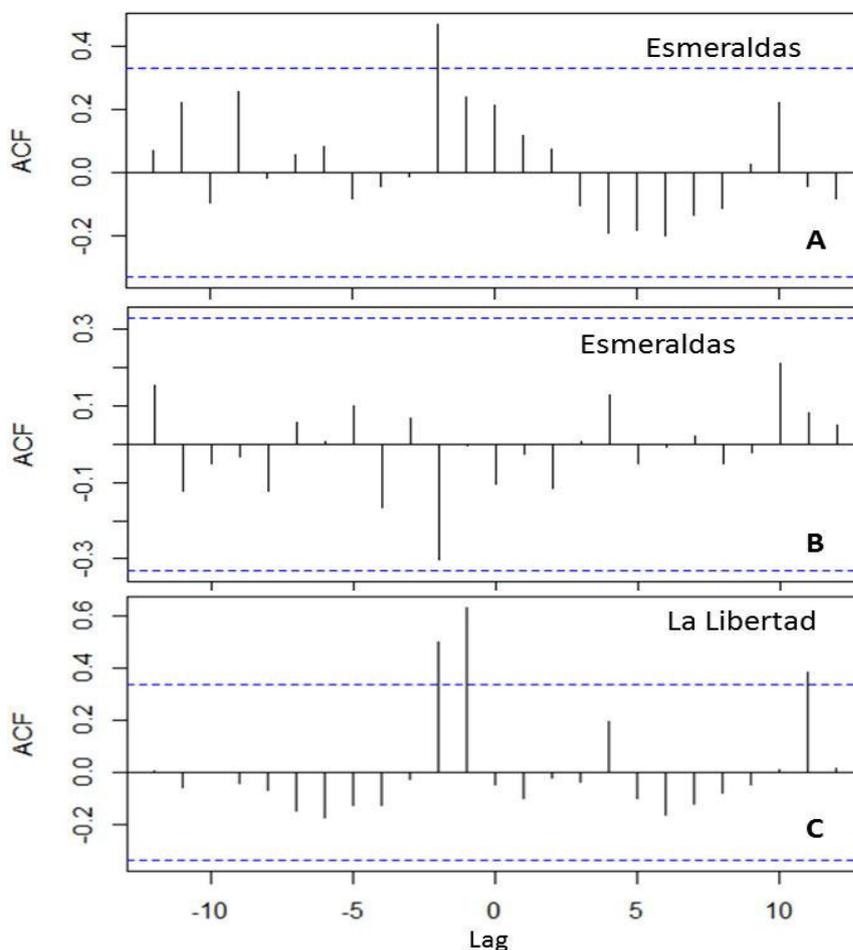


Figura 45. Correlaciones cruzadas entre grupos funcionales Diatomeas céntricas-pennadas (A), Diatomeas céntricas-dinoflagelados (B) de Esmeraldas; Diatomeas céntricas-dinoflagelados (C) en La Libertad, durante el 2013 al 2015. **Fuente:** (Torres, 2017)

El análisis de componentes principales (ACP) durante el periodo de estudio y en todos los niveles de profundidad fue variable en los 4 sitios. En Esmeraldas y La Libertad, el primer componente registró correlaciones positivas entre la abundancia de los dinoflagelados, oxígeno y temperatura; en Manta y Puerto Bolívar, el primer componente registró correlaciones positivas entre el índice de diversidad con el oxígeno y temperatura; en todos los sitios los nutrientes y la salinidad fueron inversos a oxígeno y temperatura (Figura 46).

En los dos primeros componentes principales explicaron el 59% de la variabilidad total de los datos en La Libertad y Manta; el 71% para Esmeraldas y Puerto Bolívar, lo que indicaría que otros factores ambientales y/o biológicos están incidiendo a nivel local.

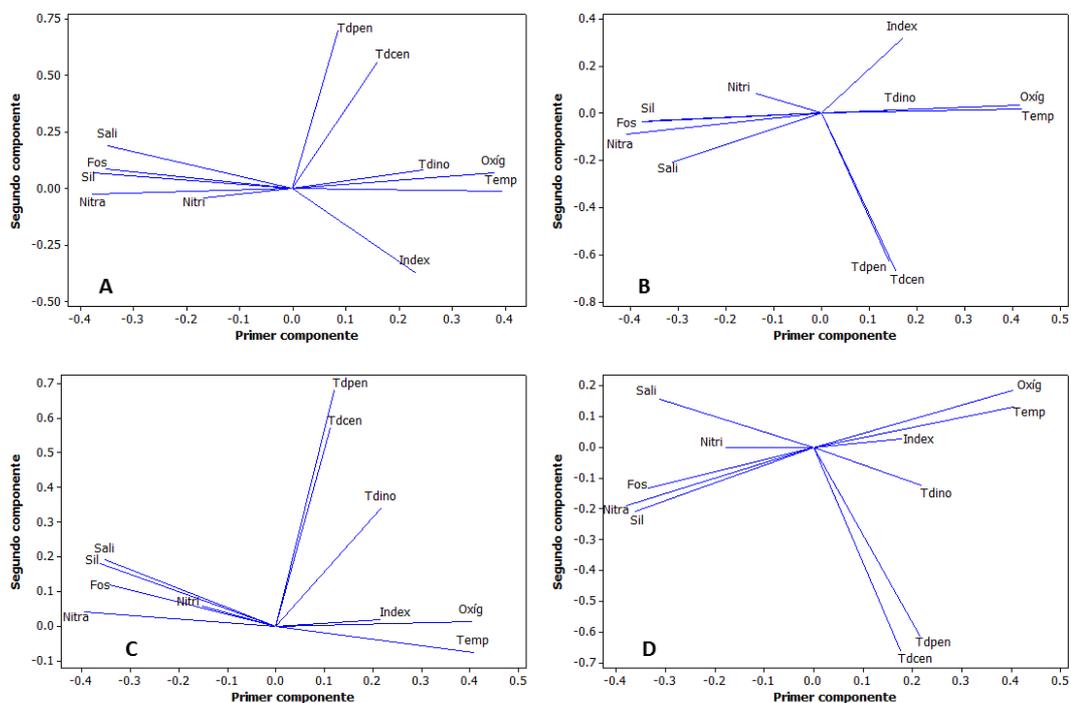


Figura 46. Análisis de componentes principales (ACP) de las variables de los componentes del fitoplancton y las variables ambientales en Esmeraldas (A), Manta (B), La Libertad (C) y Puerto Bolívar (B) en todos los niveles de profundidad, durante el 2013 al 2015. Fuente: (Torres, 2017).

La relación inversa de los nutrientes posiblemente sea en respuesta a otros factores locales que están incidiendo en su consumo por el fitoplancton; en Esmeraldas y Puerto Bolívar los factores que se relacionan con el incremento de nutrientes es por el aporte del estuario, mientras que en Manta y La Libertad carecen de este aporte. Los análisis de componentes principales por sitios para fitoplancton (grupos funcionales y especies) con las variables ambientales agrupadas en tres profundidades y por años (2013 al 2015), en el Anexo 11 se registró su coeficiente de correlación y su explicación de la variabilidad de la componente biológica en grupos funcionales y especies en los dos primeros componentes principales.

La variabilidad de la abundancia total de los grupos funcionales de diatomeas y dinoflagelados se debe a la irradiación y temperatura, estos grupos no son neutrales, cada uno de ellos tiene sus propias respuestas distintas debido al forzamiento ambiental; las diatomeas tienen crecimiento más rápido que los dinoflagelados, crecen más rápido con irradiación baja y temperaturas más frías con mayor contenido de nutrientes; sin embargo, la abundancia de la mayoría de las especies varía aleatoriamente dentro de su grupo funcional lo cual dificulta su predicción de (modelos) la abundancia de la mayoría de las especies (Mutshinda et al., 2016). El nitrato es el recurso de nitrógeno inorgánico más abundante y soporta la mayoría de los incrementos en la abundancia del fitoplancton, con dominancia de diatomeas (Lomas y Glibert, 1999).

En el análisis de componentes principales para todos los datos de los tres años en tres niveles de profundidad agrupados (0-10m, 20, 30-75m) para cada año, El silicato es una de los principales nutrientes seguido de temperatura y nitrato asociadas a diatomeas pennadas y *Nitzschia sp.* en el primer componente principal en el 2013; En el siguiente año 2014, se observó que los nutrientes están significativos junto con la salinidad también asociados a diatomeas pennadas, *Nitzschia sp* y *Prorocentrum sp.*; en el 2015 el silicato y fósforo fueron significativos; en el 2014 y 2015 la temperatura y el oxígeno fueron significativos e inversos.

Se ha demostrado que los atributos funcionales pueden ayudar a revelar los mecanismos subyacentes a la asamblea de la comunidad del fitoplancton, que dominan los procesos de los ecosistemas en el océano. La variabilidad inter-específica del fitoplancton, en respuesta a los principales recursos limitantes (luz y nitrato), puede ser bien conocidos a nivel de laboratorio (Edwards, 2016).

El coeficiente de correlación lineal de Pearson del fitoplancton superficial (Cuadros 1), indicó que las estaciones que presentaron más alta correlación lineal

directa y que fue significativa en un 95% de confianza, fueron Esmeraldas con Manta, y Manta con La Libertad, tuvieron un comportamiento similar, pero en Puerto Bolívar fue diferente.

Cuadro 7. Coeficiente de correlación de Pearson sobre la abundancia de fitoplancton superficial.

Coeficiente de Correlación de Pearson - Profundidad 0 m

	Esmeraldas	Manta	La Libertad	Pto. Bolivar
Esmeraldas	1,000	0,492	0,326	0,175
Manta	0,492	1,000	0,563	0,218
La Libertad	0,326	0,563	1,000	0,242
Pto. Bolivar	0,175	0,218	0,242	1,000

Al realizar la prueba de contraste de hipótesis a fin de probar que la correlación o dependencia lineal entre la estaciones fue cero (Cuadros 8), se observó que las correlaciones lineales entre las cuatro estaciones fueron estadísticamente significativas con un 95 % de confianza para un valor $p < 0.05$.

Cuadro 8. Pruebas de Hipótesis para la correlación de Pearson sobre la abundancia de fitoplancton superficial en datos mensuales del 2013 al 2015. Fuente Gladys Torres 2016

Prueba de Hipótesis para la Correlación de Pearson, p-value

	Esmeraldas	Manta	La Libertad	Pto. Bolivar
Esmeraldas		0,003	0,025	0,003
Manta			0,000	0,040
La Libertad				0,017
Pto. Bolivar				

Por medio del método de clusters, se realizaron agrupaciones para identificar las estaciones que presentaron semejanza entre sí (Figura 47), empleando la medida de distancia obtenida de Jaccard. El dendograma obtenido mediante el método de Ward, reflejó que aquellas estaciones que se comportan de manera homogénea en cuanto a la cantidad de total de abundancia presente en el periodo 2013-2015 fueron Esmeraldas y Manta (grupo 1), La Libertad (grupo 2) y Puerto Bolívar (grupo 3); sin embargo, también se puede considerar que La Libertad presentó una semejanza con

las estaciones de Esmeraldas y Manta, lo que no ocurre con Puerto Bolívar ya que esta estación presentó un comportamiento muy particular que difiere de las demás estaciones analizadas.

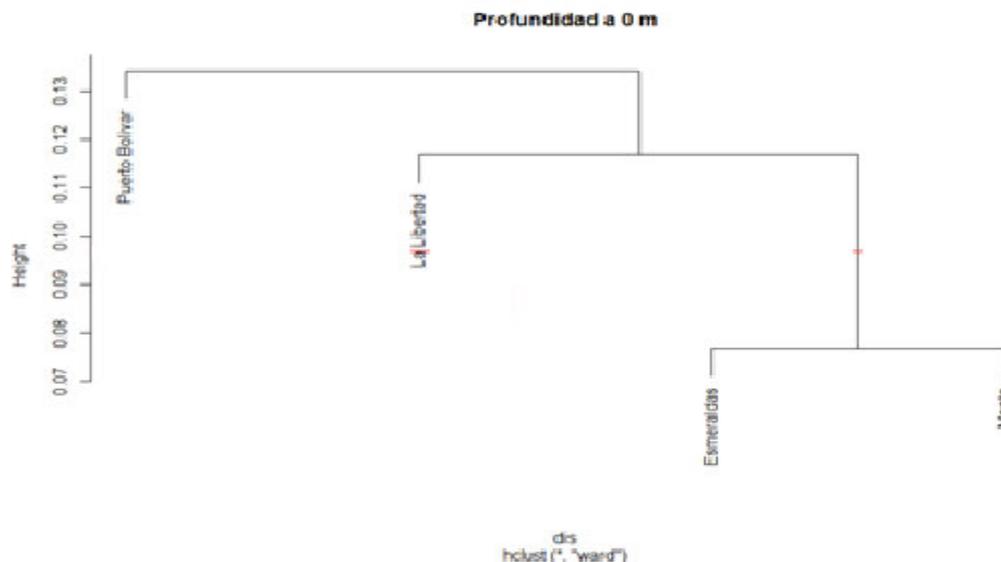


Figura 47. Dendrograma sobre la abundancia de fitoplancton superficial en 4 sitios. **Fuente:** (Torres, 2017)

Los resultados del análisis de agrupamiento cluster o dendrograma entre especies registro diferencias entre los dos sitios (Esmeraldas y Manta) mientras que al sur fueron ligeramente similares (Figura 48); Los dendrogramas por cada sitio y año se encuentran en el Anexo 8. En Esmeraldas las especies con mayor afinidad en los tres años tienen mucha similitud las siguientes especies: Asociación 1: *D. antarcticus*, *Thalassiosira sp.*, *S. membranacea*, *Navicula sp.*, *M. rubrum* con *T. nitzhoides*, *P. alata* y *Gymnodinium sp.*, *R. imbricata* con *G. striata*, *P. pungens* con *L. danicus*.

En Manta evidenció diferencias en la composición de la afinidad de especies en los tres años de estudio, las que tuvieron mayor afinidad fueron: Asociación 2: *S. costatum*, *S. membranacea*, *C. affinis* con *N. longissima*, *G. striata*, *D. fragilissima*, *Navicula sp.*, con *M. rubra*, *D. antarcticus*, *R. imbricata*, *T. nitzhoides* con *Thalassiosira sp* para el 2013; *S. membranacea*, *C. didymus*, *C. affinis*, *N. longissima*, *L. danicus*, *G. striata*, *Navicula sp.*, *M. rubra*, *T. nitzschoides*, *Thalassiosira*, *D. antarcticus*, *R. imbricata* para el 2014; en el último año 2015 la afinidad de las especies fue

ligeramente similar al 2014. En La Libertad y Puerto Bolívar, la afinidad de especies fue relativamente menor a Esmeraldas y Manta; y no presentaron diferencias de las especies con mayor afinidad en los tres años de investigación.

Aunque se han reportado especies que han caracterizado aguas frías, templadas, tropicales-cálidas en otros países, los casos registrados en este estudio de agrupamientos más las variables térmicas, serían especies euritéricas (anexo 2) en 4 sitios con ligera similitud de especies registradas, pero su abundancia en cada sitio fue diferente entre las principales especies entre 19 a 23 especies (Cuadros 3 y 4), a niveles más específicos por meses y épocas estacionales (Anexos 3 y 4). En estos resultados mostraron entre 60 a 70 % de similitud entre los agrupamientos o ensambles de especies, resultados que fueron consistentes en los 4 sitios de estudio por lo que no permitió una clara diferenciación o especificidad de especies.

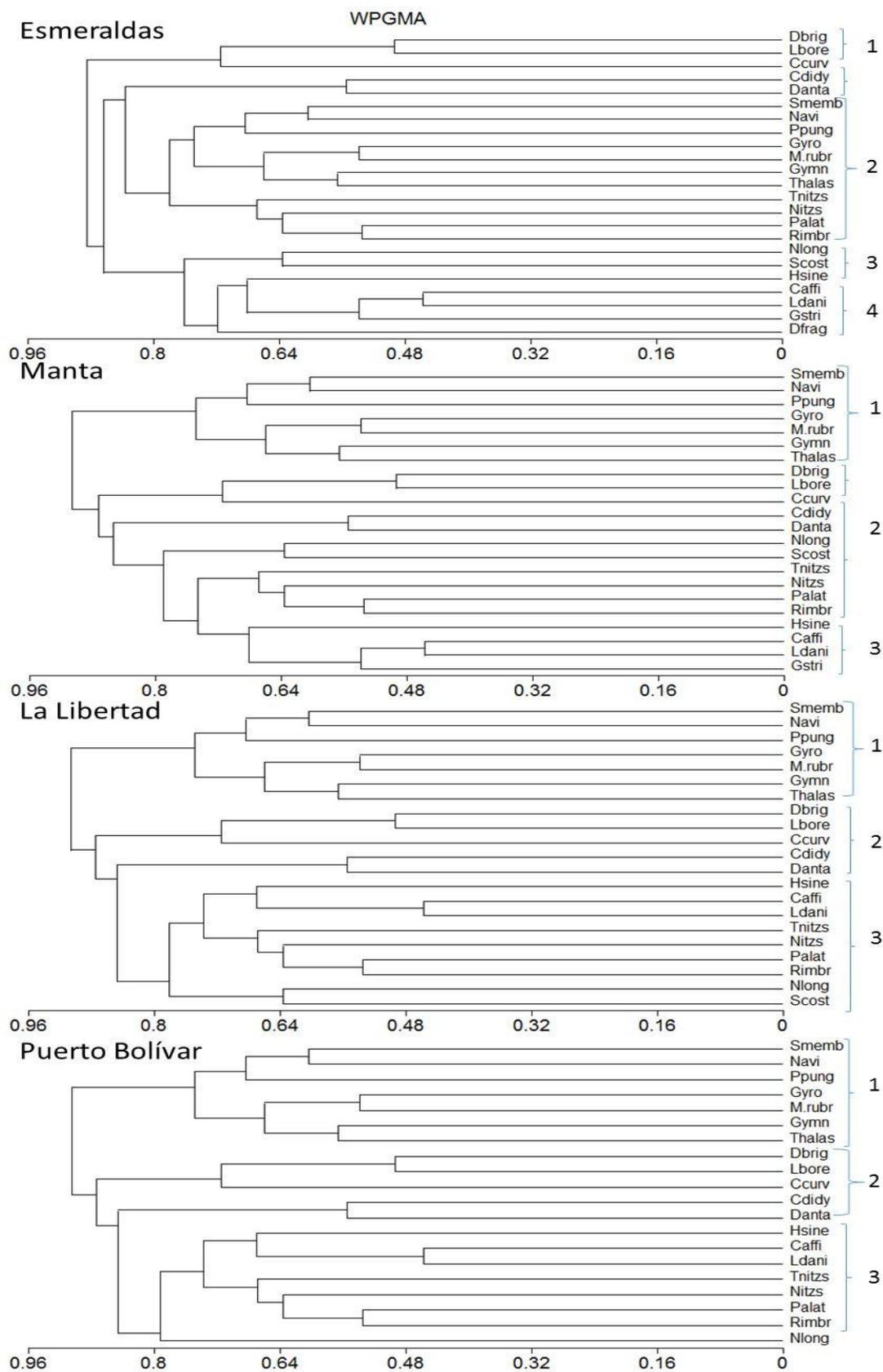


Figura 48. Dendrograma sobre las principales especies del fitoplancton superficial en datos mensuales del 2013 al 2015 en 4 sitios. **Fuente:** (Torres, 2017)

Toda la estructura del fitoplancton en la capa superficial (0-10) correspondieron a 4 zonas costeras, donde las variables ambientales con mayor variabilidad de rango promediada por épocas estacionales (húmeda y seca), fueron la temperatura, nitrato y silicato; mientras que el oxígeno, salinidad, nitrito y fosfato sus rangos de variabilidad fueron menores (Cuadro 9).

Cuadro 9. Resumen de la hidrozona superficial de las variables ambientales con sus respectivos promedios de datos mensuales del 2013 al 2015. Fuente Gladys Torres 2017

Tipos de Agua	Zona Costera 10 millas							
Hidrozona	Zona Superficial 0- 10 m							
Localidad	Esmeraldas		Manta		la Libertad		Pto. Bolivar	
Época estacional	EH	ES	EH	ES	EH	ES	EH	ES
Temperatura	21.03 - 28.0	19.56 - 28.14	19.19 - 27.6	23.14 - 27.3	19.9 - 27.9	20.65 - 26.3	19.21 - 27.9	22.26 - 28.52
Salinidad	31.6 - 34.53	31.53 - 34.18	32.9 - 34.6	32.94 - 34.87	32.7 - 34.8	33.3 - 35.0	29.45 - 34.82	31.46 - 34.9
Nitrato	0.02 - 5.75	0.04 - 1.77	0.05 - 9.68	0.01 - 3.04	0.08 - 8.04	0.03 - 8.96	0.04 - 15.72	0.06 - 9.48
Fosfato	0.04 - 1.95	0.05 - 1.0	0.01 - 2.1	0.05 - 0.95	0.05 - 1.6	0.05 - 1.54	0.05 - 1.65	0.05 - 1.14
Silicato	1.6 - 16.03	0.28 - 9.54	0.74 - 15.18	0.63 - 10.74	0.3 - 1.2	0.6 - 19.4	1.2 - 16.0	0.71 - 11.31
Oxígeno	3.59 - 5.29	3.86 - 4.88	3.39 - 5.33	3.71 - 4.93	3.67 - 5.6	3.13 - 4.92	2.41 - 5.58	3.80 - 5.34
Indice Shannon	1.47 - 4.12	1.88 - 4.31	2.34 - 3.99	1.54 - 4.06	1.1 - 3.9	1.42 - 4.46	1.53 - 4.2	0.59 - 4.12

4.1.4 Principales especies del Fitoplancton que puedan generar “blooms” algales y sus riesgos a la Maricultura y al llenado de tanques de agua de lastre

En esta investigación se han registrado la presencia del ciliado *M. rubra* y los dinoflagelados (*Gymnodinium sp.* y *Gyrodinium sp.*) fueron las especies más frecuentes, registraron ligeros incrementos principalmente en la época húmeda del 2014 y en casi todo el año 2015 (Figura 49), pero no llegaron a formar un “bloom” algal durante el muestreo en los 4 sitios. Otras especies de dinoflagelados fueron registradas como escasas: *D. caudata*, *C. furca*, *Gonyaulax sp.*, *Oxytoxum sp.* *Prorocentrum micans*, *Prorocentrum sp.*

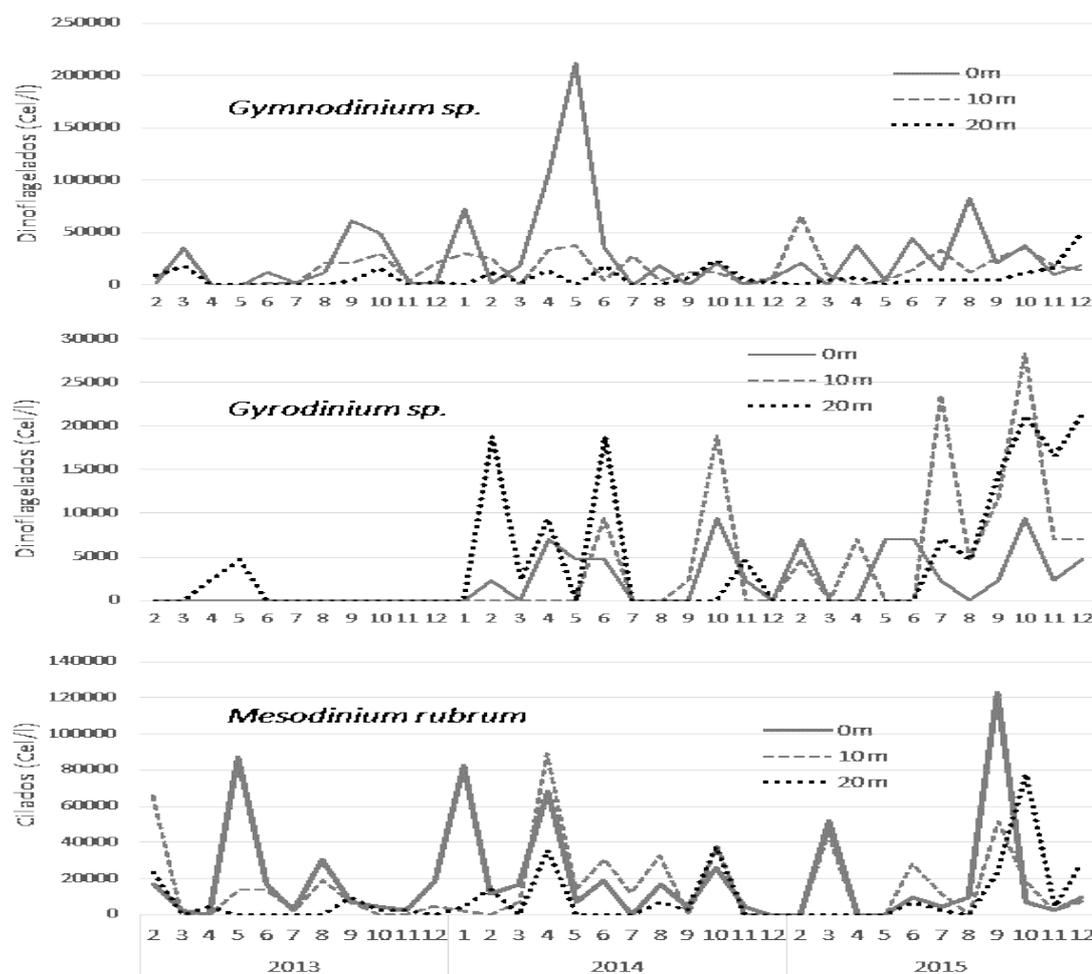


Figura 49. Distribución mensual de superficial de *Gymnodinium sp.*, *Gyrodinium sp.*, y *M. rubra*, en Puerto Bolívar en tres niveles de profundidad durante el 2013 al 2015. Fuente: (Torres, 2017)

Los incrementos de *Gymnodinium sp.* coincidieron en condiciones de temperatura (entre 22.5 a 23.63°C); salinidad (33.62-33.89 UPS); oxígeno (4.24-4.81 ml/l); nitrato y fosfatos con mínimas densidades, siendo el silicato más representativo (3.76-11.31 ug.at/l) para el 2013; la temperatura se incrementó en el 2014 (23.0 a 26.5°C) y 2015 (24.2 a 27.57°C), salinidad (32.23 a 34.5 UPS: 2014; 31.53 a 34.90 UPS: 2015), con promedio de oxígeno (4.48 ml/l), nitrato (1.65 ug.at/l), fosfato (0.41 ug.at/l) y silicato (5.99 ug.at/l) en el 2014; con similares condiciones para el 2015 con promedio de oxígeno (4.56 ml/l), nitrato (2.11 ug.at/l), fosfato (0.55 ug.at/l) y silicato (4.88 ug.at/l). *Gyrodinium sp.* evidenció incrementos en el primer semestre del 2014, mientras que en el 2015 su abundancia fue en el segundo semestre a nivel subsuperficial. El ciliado *M. rubra* se incrementó en el primer semestre del 2013 y 2014, mientras que en el 2015 fue más abundante en el segundo semestre; en condiciones térmicas (23,4 a 26.5°C), oxígeno (3.82 a 4.92); nitrato y fosfato fueron casi agotados en enero, abril y septiembre, mientras que en mayo y marzo registro 9.48 y 7.8 ug.at/l respectivamente; silicato (2.9 a 11.46 ug.at/l).

El análisis de componentes principales evidenciaron que no todas las variables presentaron un mismo comportamiento de aportes significativos para los 4 sitios en relación al incremento de estas tres especies (Figura 50).

El rol de los nutrientes que dan impulsos al desarrollo del “bloom” es muy complicado, debido al entendimiento de que muchas especies del fitoplancton son capaces de combinarse en los modos de nutrición fototrófico y heterotrófico, es lo que se denomina mixotrofia; pero aún falta entender el papel de la mixotrofia, la fotosíntesis, los nutrientes orgánicos disueltos, la ingestión de presas en los modos nutricionales para especies dañinas y benignas, permanecen abiertas en el debate científico (Davinson et al., 2014). La determinación de los factores causantes de los eventos HAB es muy compleja.

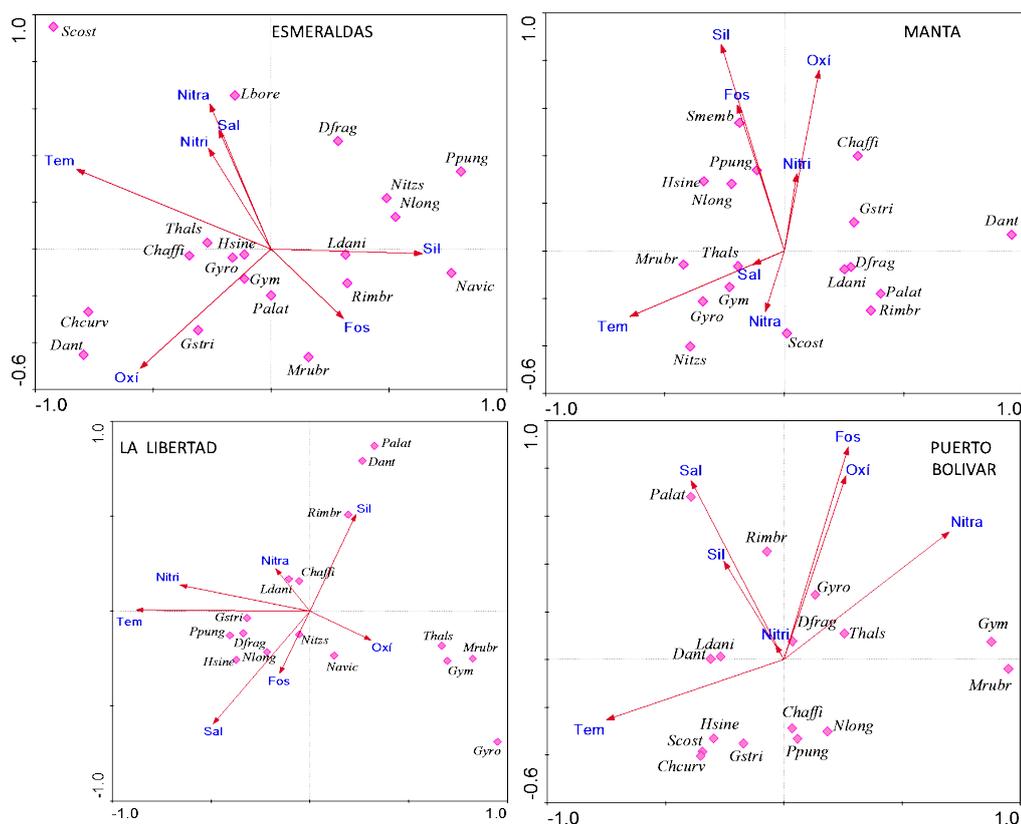


Figura 50. Análisis de componentes principales durante los incrementos de *Gymnodinium sp.*, *Gyrodinium sp.*, y *M. rubra*, en Puerto Bolívar, durante el 2013 al 2015. **Fuente:** (Torres, 2017)

Otros factores potencialmente importantes para gobernar la biogeografía en la formación del “bloom”, es el transporte de especies en agua de lastre y el cambio climático; es generalmente aceptado que el enriquecimiento de nutrientes inorgánicos disueltos, incrementarían el crecimiento del fitoplancton en la mayor parte de aguas costeras (Howarth y Marino, 2006). El enriquecimiento de nutrientes antropogénicos y los cambios asociados en las proporciones de nutrientes se encuentran entre las hipótesis más frecuentemente propuestas y debatidas relacionadas con el aumento de HAB en aguas costeras (Glibert et al., 2005; Heisler et al., 2008; Smayda, 1990).

Torres (2012), menciona que la mayor ocurrencia de mareas rojas se han observado en el Golfo de Guayaquil y en la Bahía de Santa Elena; ha reportado 27

especies que correspondieron principalmente a dinoflagelados, en que *M. rubra* (*Mesodinium rubrum*) fue la especie que ha causado más eventos de mareas rojas en la costa ecuatoriana (Figura 51). Actualmente, en Ecuador no se ha determinado análisis de biotoxinas en organismos marinos.

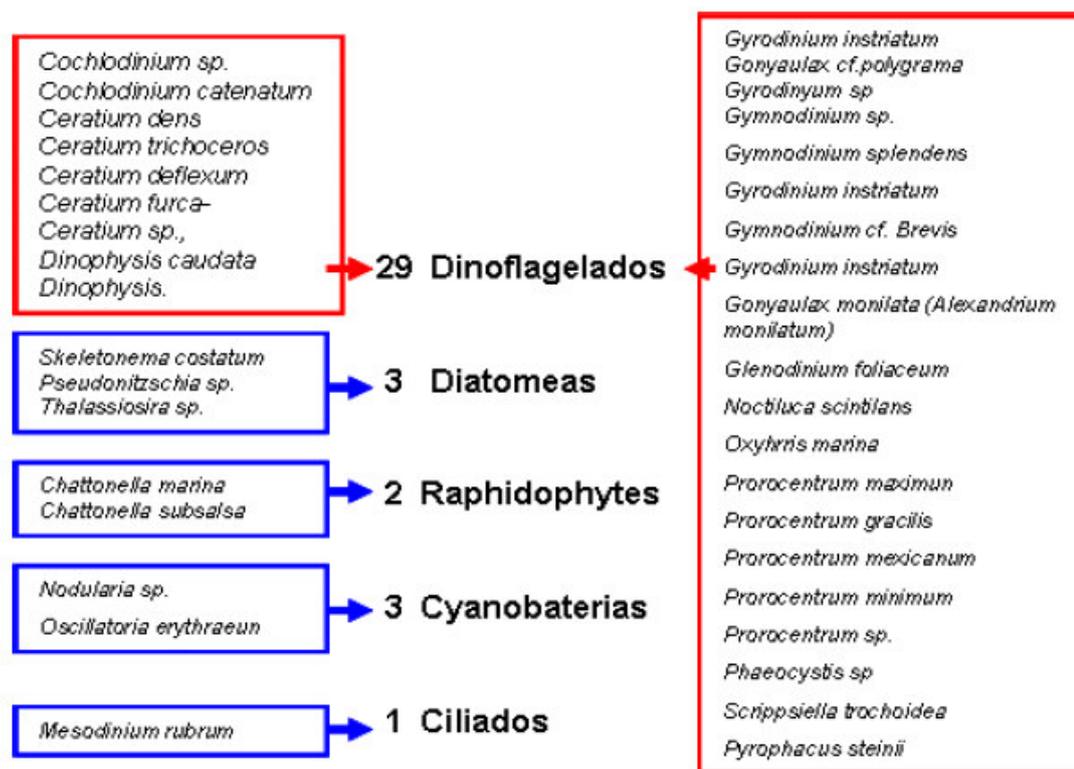


Figura 51. Especies que han causado mareas rojas en Ecuador durante 1965 al 2009. **Fuente:** Torres,2012

La floración de diatomeas han sido sospechosas por la mortalidad de peces en junio y julio 2006 en La Paz-California, por la lesión de las branquias causadas por *Thalassiosira excéntrica* y *Chaetoceros sp.* dañando los tejidos de las branquias; la abundancia de algunas especies del género *Pseudo-nitzschia* producen niveles bajos de ácido domoico (López-Cortéz et al., 2015).

Los efectos ambientales en la acuicultura del Salmón en Chile, las prácticas habituales de alimentación incrementa la cantidad de nitrógeno y fosforo tanto en la columna de agua como en el fondo marino, disminuyendo el oxígeno y generando eutrofización (Buschmann, 2001); lo cual genera impactos en el medio ambiente de

las zonas costeras evidenciadas en las correlaciones entre la concentración de nutrientes-clorofila y abundancia de especies de fitoplancton tóxico. Posteriormente, se han registrado otros eventos nocivos provocados por las diatomeas *Leptocylindrus minimus* (Clément, 1994), *L. danicus*, *Chaetoceros convolutus* (Clément y Lembeye, 1993), *Rhizozolenia setigera*, y los dinoflagelados *Alexandrium catenella* y *Gymnodinium sp.* (Clément y col., 1999).

Suárez y Guzmán (1998) señalan que el cultivo intensivo de peces en espacios confinados, como jaulas, ha causado floraciones de especies de microalgas no tóxicas que pueden llegar a ser altamente nocivas y hasta letales por acumularse en lugares de donde los peces cultivados no pueden escapar

Cerca de 300 especies de un número estimado de 3400 a 4100 especies de fitoplancton producen mareas rojas, siendo solo 60 a 70 realmente dañinas para peces, aves, mamíferos marinos y humanos (Hallegraeff et al., 1993), algunas especies nocivas han sido registradas en el océano Pacífico (Cuadro 11).

Cuadro 10. Registro de grupos funcionales y especies del fitoplancton que han causado daños a la maricultura en otros países. Fuente Gladys Torres 2016

Grupo Funcional	Especie	Lugar-País	Toxina	Referencia
Diatomeas pennadas	<i>Pseudo-nitzschia australis</i>	Golfo San Matías (Argentina)	AD	Sunesen et.al.,2009
Diatomeas pennadas	<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	Golfo San Matías (Argentina)	AD	Sunesen et.al.,2009
Euglenophyceae	<i>Eutreptiella gymnastica</i>	México-Pacífico		Sierra-Bravo, 2004
Raphidophyceae	<i>Heterosigma akashivo</i> (Hada) Hada ex Sournia	México-Pacífico		Sierra-Bravo, 2004
Raphidophyceae	<i>Chattonella antiqua</i>	México-Pacífico		Sierra-Bravo, 2004
Raphidophyceae	<i>Chattonella globosa</i>	México-Pacífico		Sierra-Bravo, 2004
Raphidophyceae	<i>Chattonella marina</i> (Subrahmanyam)	México-Pacífico		Sierra-Bravo, 2004

Raphydophyceae	<i>Chattonella verruculosa</i>	México-Pacífico		Sierra-Bravo, 2004
Raphydophyceae	<i>Fibrocapsa japonica</i>	México-Pacífico		Sierra-Bravo, 2004
Dictyochophyceae	<i>Dictyocha fibula</i>	México-Pacífico		Sierra-Bravo, 2004
Dictyochophyceae	<i>Dictyocha speculum</i>	México-Pacífico		Sierra-Bravo, 2004
Dictyochophyceae	<i>Dictyocha octonaria</i>	México-Pacífico		Sierra-Bravo, 2004
Dictyochophyceae	<i>Dictyocha californica</i>	México-Pacífico		Sierra-Bravo, 2004
Haptophyceae	<i>Paeocystis pouchetii</i>	México-Pacífico		Sierra-Bravo, 2004
Dinoflagelado	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	México-Pacífico		Gárate-Lizárraga et. Al., 2009.
Dinoflagelado	<i>Gymnodinium catenatum</i>	México-Pacífico		Gárate-Lizárraga et. Al., 2009.
AD= Acido Domoico;				

Once especies pertenecientes al género *Pseudonitzschia*, *Amphora coffeaeformis* (Agardh) Kützing y *Nitzschia navis-varingica* Lundholm & Moestrup han sido reportadas como nocivas toxígenas (Bates et al. 1989, Martin et al. 1990, Buck et al. 1992, Smith et al. 1991, Lundholm et al. 1994, Rhodes et al. 1996, 1998, Shimizu et al. 1989, Maranda et al. 1990, Kotaki et al. 2000, Lundholm & Moestrup 2000, Lundholm et al. 2003, Fryxell & Hasle 2004, Cerino et al. 2004, Bill et al. 2005). La toxina que producen es el ácido domoico (AD) que puede causar intoxicaciones humanas y ha sido reportada como causal de muerte de personas, mamíferos y aves marinas (ver revisión en Bates 2000), y el vector más común fueron los moluscos filtradores que tienen la capacidad de acumularla.

Otro grupo de especies pertenecientes a los géneros *Coscinodiscus* Ehrenberg, *Thalassiosira* Cleve, *Cerataulina* H. Peragallo ex Schütt, *Proboscia* Sundström, *Pseudosolenia* Sundström, *Rhizosolenia* Brightwell, *Chaetoceros* Ehrenberg, *Ceratoneis* Ehrenberg, *Guinardia* H. Peragallo, *Leptocylindrus* Cleve, *Asterionellopsis* Round, *Tabularia* (Kützing) Williams & Round, *Minutocellulus* Hasle, von Stosch & Syvertsen, *Skeletonema* Greville y *Pseudohimantidium* Hustedt & Krasske, aparecen en la literatura como productoras de eventos nocivos no toxígenos (ZavalaCamin & Yamanaka 1980, Clément & Lembeye 1993, Hallegraeff 2004, Hasle & Fryxell 1995, Andersen et al. 1995, Hargraves & Maranda 2002, Fryxell & Hasle 2004, Smayda 2006). Estas especies pueden causar muerte indiscriminada de

peces e invertebrados por agotamiento de oxígeno, afectar la migración de peces por producción de compuestos ricos en proteínas, dañar las branquias de peces mecánicamente o provocar perjuicios a las actividades turísticas y recreativas en áreas costeras por formación de espumas, sustancias aceitosas, manchas u olores.

Cuadro 11. Registro especies que han causado daños a la maricultura en otros países. Fuente Gladys Torres 2017

Especie	Lugar-País	Toxina	Esp. afectada	Densidad algal	Referencia
<i>Dinophysis sp.</i>	Columbia-Canadá	DSP	Salmon	24000 cel/l	Esenkulova y Haigh, 2012
<i>Dinophysis acuminata</i>	Columbia-Canadá	DSP	Salmon	82%	Esenkulova y Haigh, 2012
<i>Dinophysis acuta</i>	Columbia-Canadá	DSP	Salmon	9%	Esenkulova y Haigh, 2012
<i>Dinophysis forty</i>	Columbia-Canadá	DSP	Salmon	4%	Esenkulova y Haigh, 2012
<i>D. rotundata</i>	Columbia-Canadá	DSP	Salmon	5%	Esenkulova y Haigh, 2012
<i>Prorocentrum minimum</i>	Golfo California	Venuperina? Neurotoxica	Camarón cult.		Nuñez-Vasquez et al., 2008
<i>Schizotrix calcicola</i>	Golfo California	Aplisiatoxina Lingbiatoxina	Camarón cult.		Nuñez-Vasquez et al., 2008
<i>Chatonella spp.</i>	Golfo California	PbTxs, ROS?	Camarón cult.		Nuñez-Vasquez et al., 2008
<i>Pseudonitzschia spp</i>	Golfo California	AD	Camarón cult.		Nuñez-Vasquez et al., 2008
<i>P. australis</i>	Golfo California	AD	Camarón cult.		Nuñez-Vasquez et al., 2008
<i>Gymnodinium catenatum</i>	México Central	235 ug STXe _q 100g/l	Camarón cult.	45 0-2134000 cel/l	Baand Schmidt et al 2010.
	Golfo California	TP?	Camarón cult.		Nuñez-Vasquez et al., 2008
<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	Golfo California	ROS?	Camarón cult.		Nuñez-Vasquez et al., 2008
<i>Cochlodinium catenatum</i>	Golfo California	ROS?	Camarón cult.		Nuñez-Vasquez et al., 2008
<i>Noctiluca scintillans</i>	Golfo California	? Amonio	Moluscos cult		Nuñez-Vasquez et al., 2008
<i>Alexandrium catenella</i>	Chile-Austral	VPM	Acuicultura austral		Lembeye G. 2006.
<i>Dinophysis acuta</i>	Chile-Austral	VDM	Acuicultura austral		Lembeye G. 2006.
<i>Dinophysis acuminata</i>	Chile-Austral	VDM	Acuicultura austral		Lembeye G. 2006.
<i>Pseudonitzschia australis</i>	Chile-Austral	VAN	Acuicultura austral		Lembeye G. 2006.
<i>Pseudonitzschia pseudodelicatissima</i>	Chile -Austral	VAM	Acuicultura austral		Lembeye G. 2006.

Acogiendo los criterios de la Comunidad Europea1 ([http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32010D0477\(01\)](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32010D0477(01))), en relación a la consecución del buen estado ecológico como punto de partida para el desarrollo de enfoques coherentes en las estrategias marinas, incluyendo la determinación de las características de un buen estado ecológico coherente con un marco de la exigencia de cooperación internacional/regional, lo cual dependerá de la adaptación entre la dinámica natural de la variabilidad de condiciones oceanográficas natural de los ecosistemas marinos y de la presión a los impactos sobre estos ecosistemas que puedan variar con la evolución de las actividades humanas y el cambio climático.

En la normativa (artículo 8 (1) (b) (ii) de la Directiva 2008 / 56 / CE), considera la necesidad de orientar la evaluación y el seguimiento de dar prioridad a la acción sobre la importancia de los impactos y amenazas a los ecosistemas marinos y sus componentes; así como considerar los principales efectos acumulativos y sinérgicos de estos impactos al ecosistema marino por actividades humanas. Para evaluar los impactos sobre el medio marino, es necesario tener actualizaciones regulares mediante programas de monitoreo a largo plazo, a fin de evidenciar el impacto del cambio climático y de regular su estado ambiental. Es necesario que la Diversidad biológica sea mantenida, mediante la descripción de la abundancia de especies que prevalezcan como indicadoras apropiadas a aquellas amenazas de las presiones humanas y del calentamiento global. Para cada región del océano se han considerado diferentes especies y comunidades del fitoplancton y zooplancton en base a 3 criterios: Distribución de especies, tamaño de la población (abundancia) y el estado de la población; conlleva también la comprensión de la salud de la población y de las relaciones inter-intrínsecas con las variables ambientales.

La escala temporal relacionada con el periodo de esta tesis del 2013 al 2015 con registros de variables oceanográficas con el fitoplancton en 4 sitios frente a las costas del Ecuador, han registrado variabilidad frente a las condiciones cálidas del evento El Niño durante el 2014 y 2015, afectando localmente y regionalmente en el

borde costero del Océano Pacífico. Con estos resultados de monitoreos mensuales han permitido tener una “Línea Base de las condiciones oceanográficas locales frente al mar territorial ecuatoriano” relacionadas con las actividades humanas que se desarrollaron en las cercanías de los sitios de estudio (tráfico marítimo internacional-local e inicio de la Maricultura).

Se conoce que la dinámica estacional en muchas regiones del océano afecta al fitoplancton en el nivel del grupo funcional, lo que conduce a patrones predecibles de sucesión estacional y sobre la dinámica de las especies individuales es manejada por procesos externos, lo cual es más difícil su interpretación (Mutshinda et al., 2016).

4.2. Hipótesis

4.2.1. Hipótesis general

Al existir variables oceanográficas (temperatura, salinidad, oxígeno, nitrato, fosfato, silicato y nitrito) que incrementen el fitoplancton, algunas especies nocivas pueden alcanzar condiciones para generar mareas rojas, convirtiéndose en una perturbación ambiental a las actividades de la maricultura y toma de agua de lastre de los buques comerciales, en particular, durante el 2013 y 2015.

4.2.2. Hipótesis específicas

La variabilidad ambiental mensual-estacional (2013-2015) en 4 sitios, afectará la tendencia de ocurrencia del fitoplancton.

La distribución y rango de fitoplancton (grupos funcionales, especies e índices de diversidad/equitabilidad) en 4 sitios, mostrará que las especies dominantes son aquellas que generan “bloom” algal, contribuyendo a la gestión de un sistema de alerta en el margen costero.

La variabilidad del fitoplancton cuantitativo (superficial) en 3 años presenta diferencias entre los sitios de estudio (Esmeraldas, Manta, La Libertad y Puerto Bolívar), que depende de la variabilidad y disponibilidad de las variables ambientales.

Un diagnóstico referencial del fitoplancton a nivel mundial y regional mostrará que los géneros/especies que causan riesgos del “bloom” y/o mareas rojas en Ecuador, tienen registros en otros países de causar impactos en otros niveles tróficos superiores y a la salud humana por consumo de organismos intoxicados.

4.2.3. Pruebas de hipótesis

Respecto a la primera hipótesis, la evaluación de las variables ambientales registraron variabilidad mensual y semestral durante el 2013 al 2015, con las variables físicas temperatura y salinidad (Figuras 8 y 10), con las variables químicas oxígeno, nitrato, fosfato, silicato y nitrito (Figuras 12, 14, 16, 18 y 20) en 4 sitios, fueron las variables estudiadas y relacionadas con la ocurrencia del fitoplancton (especies/grupos funcionales/índices biodiversidad). Los parámetros ambientales que registraron una mejor correlación (Spearman) con el fitoplancton fueron nitrato, fosfato, silicato y nitrito (Anexo 7). En la abundancia del fitoplancton (grupos funcionales), su dispersión de todos los datos de las variables de temperatura y salinidad presentaron un comportamiento inverso a los nutrientes (Figuras 40 y 41). Los resultados reflejaron variabilidad mensual de la abundancia de especies del fitoplancton que se han relacionado con las variables oceanográficas, incluyendo el calentamiento por el evento El Niño a finales del 2015, que no necesariamente se relacionó con una variabilidad estacional de la época húmeda y seca; solamente los datos de mayo y junio del 2015 comprobaron esta hipótesis. En el análisis de variables del fitoplancton (grupos funcionales: diatomeas céntricas) en el anexo 10, fueron significativas en relación a las variables ambientales, lo que no permitió una clara diferenciación en los 4 sitios de estudio.

Sobre la segunda hipótesis, se realizó el análisis de los principales géneros (Figura 30) y especies (Figura 31), se obtuvo el rango de la data del fitoplancton, obteniéndose máximas densidades en diatomeas céntricas-pennadas (Figuras 36, 37, 38, 39) y en menor densidad los dinoflagelados (Figura 49), en donde las tendencias de riesgos al incrementarse el “bloom” algal correspondió al Golfo de Guayaquil, cumpliéndose con la hipótesis del objetivo 1. No obstante, durante los muestreos mensuales en tres años no se encontraron mareas rojas; Sin embargo, se recibieron reportes de mareas rojas en abril 2013 en varios sitios costeros (Pedernales, Bahía

Caráquez, Puerto López, Bahía de La Libertad y el Golfo de Guayaquil) y en junio en Jambelí; en febrero y abril 2014 y 2015 en Puerto López y Bahía La Libertad;

Sobre la tercera hipótesis, la evaluación del fitoplancton cuantitativo como grupos funcionales en 3 años, han evidenciado variabilidad en Esmeraldas y Manta, en La Libertad que fue diferente a los dos sitios anteriores, incrementándose la variabilidad de la abundancia celular por sitios en Puerto Bolívar (Figuras 22, 23, 24 y 25). Estos parámetros han explicado adecuadamente la variación de los datos en 3 años (Figura 46). Al relacionar la abundancia del fitoplancton cuantitativo (grupos funcionales y especies) con los parámetros físicos (temperatura y salinidad) y químicos (oxígeno, nitrato, fosfato, silicato y nitrito), los dos primeros componentes principales representaron el 71% de la variabilidad para Esmeraldas y Puerto Bolívar; el 69% para La Libertad y Manta. Para la época húmeda registró diferencias para cada sitio, el 69% para Esmeraldas y La Libertad, el 72% para Manta y el 77% para Puerto Bolívar. En la época seca se incrementó, el 77% para Esmeraldas y La Libertad, el 69% para Manta y Puerto Bolívar; en Anexo 11 se registró su coeficiente de correlación y su explicación de la variabilidad de la componente biológica en grupos funcionales y especies en los dos primeros componentes principales. El análisis del dendrograma permitió visualizar algunas asociaciones de especies que fueron diferentes en cada sitio (Figura 48).

Respecto a la cuarta hipótesis, el diagnóstico referencial de algunas especies del fitoplancton, mostró que 38 géneros/especies han causado bloom y/o mareas rojas principalmente al sur del Ecuador (registraron que algunos géneros/especies han causado “bloom” y/o mareas rojas en otros países (Figura 51). En otros países, también se dan reportes de “blooms” algales (Cuadros 9 y 10), generando impactos a otros niveles tróficos superiores, a la maricultura, al agua de lastre y riesgos a la salud humana por consumo de especies con biotóxicas.

CAPÍTULO V: IMPACTOS

5.1. Plan de Gestión Ambiental frente a la ocurrencia de bloom algal en el área de estudio.

No existe un criterio único para definir cuál es un Plan más apropiado para enfrentar los “blooms” de algas nocivas y sus consecuencias; el manejo depende de la situación de cada país o región.

La situación del problema de las mareas rojas en Ecuador, ha registrado su mayor ocurrencia en el Golfo de Guayaquil y Península Santa Elena, disminuyendo hacia el Norte e Islas Galápagos (Torres, 2012). El sector diseñado para la actividad de la maricultura en el país, desde la Península de Santa Elena a Esmeraldas al interior de las 8 millas (Figura 5B), lo cual es también coincidente con la ruta del tráfico marítimo, serían sitios que deben priorizarse los esfuerzos de programas de monitoreo costero.

Entre las “Estrategias Precautorias”, es implementar el monitoreo multidisciplinario durante los meses de mayor ocurrencia, en los sitios de mayor aporte de nutrientes, para la detección de especies centinelas en la formación de mareas rojas y su frecuente impacto en el ambiente costero (Sellner et al., 2003). La base de datos de monitoreos a largo plazo, permitirían elaborar pronósticos en casos extremos de

“bloom” algal nocivo, en tomar medidas para prevenir o disminuir los impactos o daños al sector productivo y la salud humana.

Para la priorización preventiva de blooms algales incluyendo mareas rojas, se han considerado cuatro estrategias (GEOHAB, 2017): Integración y capacidad institucional, Información y difusión, Plan de Contingencia y Plan de Medidas de Mitigación (Cuadro 12):

Cuadro 12. Estrategias y objetivos para un Plan de Gestión Ambiental-Oceanográfico. Fuente GEOHAB 2017.

Estrategias	Objetivos
Integración y Capacidad Institucional	Efectiva Integración y capacitación mediante la formación de un grupo institucional a nivel nacional y representación internacional, con desarrollo de acciones de responsabilidad en los ecosistemas acuáticos (Monitoreo multidisciplinario y control) para la gestión preventiva a blooms algales.
Información y difusión	Emprender un plan de información y difusión para el esparcimiento del problema e impactos de blooms entre las Autoridades Ambientales y la comunidad local.
Plan de Monitoreo y Contingencia	Emprender medidas preventivas a los riesgos que pueden causar blooms en la comunidad a nivel nacional.
Plan de Medidas de Mitigación	Emprender medidas de mitigación preventivas a los riesgos que pueden causar las mareas rojas en la comunidad costera.

En base a las estrategias, se pueden desarrollar las siguientes acciones de acuerdo a las experiencias de otros países y a las actividades productivas del Ecuador (Cuadro 13):

Cuadro 13. Estrategias y Acciones para un Plan de Gestión Ambiental en Ecuador adaptado desde GEOHAB. Fuente Torres, 2012.

Estrategias	Acciones
Integración y Capacidad Institucional	Preparar una resolución para la creación de un Grupo de Trabajo en Mareas Rojas (GTMR) institucional y multidisciplinario con sus respectivos Términos de Referencia con las siguientes tareas. Revisar y actualizar las políticas y regulaciones sectoriales para controlar y disminuir el aporte de nutrientes e incluir políticas de sanción. Formar un subgrupo de trabajo facultado para la ejecución del proyecto que involucre el monitoreo, control y vigilancia, equipamiento para la detección y cuantificación del PSP. Continuar con la capacitación mediante las becas de entrenamiento taxonómico de la COI-UNESCO y difundir las ocurrencias de MR (2010-2013) en los talleres FANSA.

Información y difusión	<p>Desarrollar protocolos de información en dos categorías: programados (Preventivo) y emergentes (durante la MR o Mortalidad de Organismos).</p> <p>Diseñar Campañas de conferencias a periodistas de radio, TV entre otros medios locales y nacionales.</p> <p>Diseñar Campañas de conferencias dirigidas a profesores de escuelas, colegios, gremios pesqueros-camaroneros, centros de emergencias médicas.</p> <p>Entrenamiento a pescadores, camaroneros y repartos navales en formar parte del programa de observación y vigilancia de eventos de mareas rojas.</p>
Plan de Monitoreo y Contingencia	<p>Mantener e Implementar medidas de conservación y reforestación del manglar en la riberas, como barrera natural de protección</p> <p>Los municipios locales implementen en su infraestructura sanitaria monitoreos continuos a fin de restaurar la calidad ambiental del agua de mar y estuarios, en sitios potencialmente turísticos y pesqueros.</p> <p>Proponer plantas de tratamiento especiales para el eviscerado de peces y de los camales situados en el borde costero o ríos.</p> <p>Las autoridades en pesca, salud, ambiente, prefectura y municipio, en casos de MR asociadas a mortalidad de peces, prohibirá la pesca, la venta local de mariscos e incluso decomisos en los mercados.</p>
Plan de Medidas de Mitigación	<p>Desarrollar modelos de la cadena alimentaria para tratar de predecir los efectos de las toxinas en áreas adyacentes del Golfo de Guayaquil.</p> <p>Proponer cuatro estaciones de monitoreo fijas al interior del Golfo de Guayaquil y monitoreo en áreas prioritarias como zonas portuarias, desechos sanitarios urbano industriales, áreas recreacionales y áreas protegidas de conservación.</p> <p>Preparar un plan de contingencia de Sistema de Alerta Temprana en casos de eventos de mortalidad de peces u otros organismos.</p> <p>Coordinar las posibles vedas a los recursos pesqueros cuando ocurran mareas rojas.</p> <p>El Ministerio de Salud debería implementar un Centro de Diagnóstico en el área de epidemiología.</p>

En base a los resultados obtenidos en esta tesis, se propone implementar las siguientes acciones aplicadas al monitoreo (Cuadro 14), obtenidas desde experiencias y acciones realizadas en otros países frente a eventos de “bloom” algal y/o mareas rojas (NOAA, 2001; Lee et al., 2003; HARRNESS, 2005; GEOHAB, 2017)

Cuadro 14. Acciones preventivas para el diseño de un Plan de Gestión Ambiental en Ecuador. Fuente Torres, 2012.

Problemas	Acción de prevención
Incremento de polución y aguas favorables para el ciclo vegetativo (dinoflagelados)	<p>Los municipios deben incluir normativas sanitarias de los desechos sólidos y líquidos.</p> <p>En el sector agrícola se deben disminuir el uso de pesticidas y herbicidas con contengan fosfatos y nitratos.</p> <p>A través del INEM, aplicar una normativa en la fabricación de detergente sin fosfatos.</p>
Transporte Marítimo y agua de lastre con algas invasivas	Control y Gestión de agua de lastre en zonas costeras y puertos.

Autoridades ambientales con escaso interés en riesgos ambientales	Elaborar un Plan estratégico interinstitucional con el gobierno municipal, con adecuada respuesta para atender las dificultades políticas y sociales que deberían enfocarse hacia la conservación de la buena calidad del hábitat, de sus especies y el hombre. Crear un TDR en formar un grupo de trabajo técnico Interinstitucional para ejecutar un plan estratégico para monitoreo y vigilancia de eventos de mareas rojas, plan de contingencia en caso de eventos tóxicos.
Operación de industria camaronera, maricultura	Implementar buenas prácticas en su operación. Implementar un programa de monitoreos (fitoplancton y variables ambientales) por zonas de actividades a la producción; deberían financiar proyectos de monitoreo a largo plazo. El sector productor del camarón deberían implementar un programa o red de comunicación rápida (sitio web, mail, fax, llamadas telefónicas, alertas vía celular) y difunda sus resultados de análisis de fitoplancton y enfocar posibles especies que puedan causar mareas rojas.
Escasas instituciones de investigación y monitoreo	El INP e INOCAR implementarían sus laboratorios con equipos y tecnologías para análisis de Biotóxicas en el ambiente (marino y agua dulce) y en mariscos. El INOCAR es el punto focal en el grupo FANSA-UNESCO. Las Universidades con especialidades en ciencias marinas, implementarían investigaciones en sus laboratorios.
Escaso personal especializado en bio-toxinas	Ampliar contratos para biólogos con conocimientos en taxonomía del fitoplancton principalmente especies nocivas. Ampliar contratos para Químicos con conocimientos en manejo de espectrofotómetros para análisis de Biotóxicas. Aplicar a cursos en taxonomía y Biotóxicas que son financiados por COI-UNESCO, DANIDA y otros sobre este tema.
Carencia de vigilancia epidemiológica por los Centros de Salud	El Ministerio de Salud con los centros de Salud en áreas costeras y oceánicas, deberá incluir en su planificación laboratorios especializados para Biotóxicas (sangre, orina en humanos; en mariscos comerciales).
Tratamientos desconocidos por los médicos en casos de intoxicaciones	Incluir este tema dentro de las Emergencias médicas, para dar los tratamientos adecuados a las personas intoxicadas de diferentes edades y a los diversos efectos de las toxinas marinas y de agua dulce.
Desertización del borde costero	Reforestar la zona costera e insular con especies arbóreas locales (disminuir el aporte de sedimentos). Planificación de políticas en remediación de incendios forestales, a fin de disminuir el aporte de materia orgánica en ambientes costeros y que se relacionan con mareas rojas.
Escaso conocimiento de la ciudadanía del país.	Este tema se debe incluir en los textos primarios y secundarios (a nivel nacional).
Falta de comunicación durante eventos de mayor magnitud y mortalidad de peces.	Implementar un plan de comunicación mediante avisos radiales y a través de Capitanías de Puertos.
Carencia de financiamiento del Estado para investigaciones	La Subsecretaria Nacional de Riesgos, debería considerar en su planificación el respectivo financiamiento de investigación Interinstitucional a través de la SEMPLADES.

Las razones para establecer un monitoreo de mareas rojas son múltiples (ambientales, estética, seguridad de mariscos y calidad de agua) y también son diversos los usuarios costeros, en la prevención y protección pública en áreas propensas a brotes o episodios de mareas rojas (Andersen *et al.*, 2004). A continuación se da un breve

esquema a priorizar los recursos que necesitan protegerse frente a algunos impactos (Cuadro 15):

Cuadro 15. Recursos que necesitan priorizarse a los impactos de blooms algales en el diseño de un Plan de Gestión Ambiental en Ecuador. Fuente Torres, 2012.

Recursos a proteger	Impactos causados por eventos de mareas rojas
<i>Impacto directo a humanos</i>	
Sitios de uso recreacional y turísticos (lagos, ríos, playas)	Pérdida de valor estético y paisajista por la discoloración del agua. Mal olor y sabor del agua debido a la degradación del Bloom algal. Intoxicación por exposición a toxinas algales (en agua aerosol y aire).
Marisco para consumo humano	Toxicidad debido a la acumulación de las algas tóxicas en la carne de mariscos. Comercialización de mariscos contaminados a nivel nacional
Peces para consumo humano	Toxicidad debido a la acumulación de las algas tóxicas en el plancton y este es consumido por peces. Comercialización de peces muertos durante eventos de mareas rojas a nivel nacional
Agua dulce para consumo	Toxicidad debido a la ocurrencia de toxinas algales en aguas superficiales y plantas desalinizadoras. Mortalidad de animales domésticos por el consumo de aguas reposadas y soleadas (aguas verde azuladas). Alto costo en el mantenimiento de filtros en plantas de agua potable.
<i>Impactos socioeconómicos</i>	
Stock de peces salvajes	Mortalidad masiva de peces, estrés
Maricultura	Mortalidad de camarón, peces, inhibición de crecimiento estrés.
<i>Impacto ambiental</i>	
Biota y ecosistemas	Cambios en la estructura trófica. Inhibición de crecimiento por la intoxicación Deficiencia de oxígeno (eutrofización)
Impacto a la Conservación y especies protegidas	Mortalidad de especies acuáticas y terrestres Estrés Inhibición de crecimiento y reproducción de especies

CONCLUSIONES

La temperatura presentó diferencias estadísticamente significativas en los 4 sitios, la mayor amplitud de variabilidad mensual se reflejó en la época húmeda de los 3 años, esta fue más homogénea a nivel superficial pero con mayor variabilidad térmica a nivel subsuperficial. Esmeraldas registró temperaturas más altas que los otros sitios. El año 2015 registró aguas más cálidas asociadas al evento El Niño 2015-2016 en los 4 sitios. La salinidad evidenció mayor variabilidad entre 0 a 20 m, siendo más homogénea a mayor profundidad (30-75m) en todos los sitios. Durante el 2015 se registraron aguas más salinas que el 2013 y 2014 en Manta, La Libertad y Puerto Bolívar.

La concentración de nutrientes fue menor a nivel superficial (aguas cálidas) y se van incrementando a nivel subsuperficial (aguas frías) en los 4 sitios de estudio. El nitrato y silicato, registraron rangos de mayor variabilidad subsuperficial principalmente en la época húmeda, en relación al fosfato y nitrito. A nivel subsuperficial, se evidenciaron diferencias significativas en la densidad de cada nutriente por cada año, relacionadas por las condiciones hidrográficas específicas que caracterizaron cada lugar. El nitrato registró valores más altos en Esmeraldas y Puerto Bolívar que en Manta y La Libertad (época húmeda), en La Libertad y Puerto Bolívar (época seca). El silicato registró valores más altos en Puerto Bolívar y La libertad que en Esmeraldas y Manta, siendo estos más elevados en la época húmeda. El fosfato registró valores más altos en Puerto Bolívar y La Libertad y van decreciendo en Manta y Esmeraldas, no registró diferencias significativas entre ambas épocas. El nitrito registró valores más altos en Puerto Bolívar (toda la columna de agua) y La Libertad (20m y 30-75m), con ligeros incrementos en la época húmeda.

El fitoplancton registró abundancias principalmente de diatomeas céntricas, en pocos casos de diatomeas pennadas, en ambos casos las condiciones térmicas fueron entre 23.0 a 27°C (0 m), con mayor ocurrencia en el primer semestre del 2015, previo al incremento de anomalías correspondientes al evento El Niño 2015-2016; estos máximos ocurrieron en la mayoría de casos en condiciones de agotamiento de nitrato y fosfato. Por consiguiente, los datos de los primeros componentes principales de todas las variables explicaron entre un 69 a 71% de la variabilidad de todos los datos de las variables de estos estudios, lo que implica que otras variables están ejerciendo el resto de variabilidad en el funcionamiento de la dinámica del fitoplancton, demostrado en la primera y tercera hipótesis.

Durante el periodo de estudio se registró variabilidad en la abundancia y especies del fitoplancton. Las especies del fitoplancton cuantitativo evidenciaron un óptimo nivel de conservación del ecosistema marino costero, con excepción de algunas especies registradas en alta densidad que pueden generar mareas rojas, cuando se cumplan las condiciones para ello, apoyando la segunda hipótesis.

Se registró variabilidad en la abundancia del fitoplancton en relación a las variables ambientales, con algunos incrementos de especies con agotamiento de nitrato y fosfato, evidenciando que las zonas en estudio no tienen tendencia a eutrofización. El oxígeno disuelto presentó densidades menor a 5.3 ml/l, con las mínimas a nivel superficial (0-10m) entre 2.41 y 3.80 ml/l, lo cual indicaría un déficit de oxígeno para la maricultura (el óptico es >0.5 ml/l). Variables ambientales que no generan riesgos para la toma de agua de lastre en la ruta de tráfico marítimo. Las variables biológicas, no generaron riesgos para la toma de agua de lastre en la ruta de tráfico marítimo en las zonas de estudio, con excepción del Golfo de Guayaquil donde se han reportado algunas especies de que han generado mareas rojas, de manera similar a otros países, lo cual sustenta la cuarta hipótesis.

RECOMENDACIONES

Continuar con la series monitoreos de la comunidad del fitoplancton ayudan a entender las variaciones diarias, mensuales e interanuales, contribuyen a detectar síntomas de eutrofización por enriquecimiento de nutrientes, sino también porque abarcan una amplia gama de la diversidad taxonómica y funcional que está estrechamente vinculada a la salud del ecosistema; es de gran interés en el contexto de cambio climático y sus efectos en los recursos pesqueros en estuarios tropicales.

Es necesario realizar investigaciones oceanográficas-epidemiológicas combinadas, que aborden largos periodos de tiempo, para evaluar las asociaciones directas e indirectas entre el cambio climático, los HAB y la salud humana, centradas en el desarrollo de modelos empíricos, teóricos y de simulación numérica para integrar observaciones, probar y validar hipótesis y hacer pronósticos de riesgo de ocurrencias HAB y sus impactos en la salud humana (More et al., 2008). Ampliar y continuar con las investigaciones de correlaciones cruzadas, a fin de alcanzar un modelo de predicción del “bloom” del fitoplancton relacionada con las variables ambientales.

Sugerir que el delegado del punto focal de COI-UNESCO y FAO (Ecuador), realicen la difusión de los programas de seguridad alimentaria que el país debe cumplir a las respectivas autoridades ambientales, de control sanitario de los mariscos y de salud, sobre la necesidad de laboratorios equipados para análisis de biotoxinas los cuales puede ubicarse en el INP o el INOCAR.

Incluir el tema de “bloom” algal como una amenaza dentro de la Subsecretaria de Riesgo y SEMPLADES, debido a los múltiples impactos tanto al ambiente acuático, agua de consumo humano y su biodiversidad, mortalidad de peces y camarones (acuicultura y maricultura costera y mar abierto), especies invasoras por aguas de lastre de los buques, las posibles enfermedades en humanos por las biotoxinas.

Preparar un Plan de Comunicación de alerta temprana frente a avistamientos de eventos de MR entre los diversos usuarios del borde costero (pescadores, sector camaronero y Capitanías; entre institutos de investigación, autoridades ambientales, pesqueras y sanitarias (en Capítulo 5).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, D.M., P. Andersen, V.M. Bricelj, J.J. Cullen, and J.E. Rensel. 2001. Monitoring and Management Strategies for Harmful Algal “bloom” in Coastal Waters, 94
- ANZECC. 2000. Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality. Volume 1. The Guidelines (Chapters 1-7).
- Band Schmidt C., Bustillos-Guzman J., López-Cortés D., Gárate-Lizárraga I., Núñez-Vázquez E., y F. Hernández-Sandoval. 2010. Ecological and Physiological studies of *Gymnodinium catenatum* in the Mexican Pacific: A Review. *Mar. Drugs*, 8: 1935-1961.
- Bravo-Sierra E., 2014. Fitoflagelados potencialmente tóxicos y nocivos de costas del Pacífico Mexicano. *Rev. Biol.Trop.* 52 (1): 5-16
- Balech, E., 1988. Los dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental. Instituto Español de Oceanografía, 1: 1-300.
- Breaker L., Loor H. and Carrol D. 2016. Trends in sea surface temperatura off the coast of Ecuador and major processes that contribute to them. *Journal of Marine Systems*, 164: 151-164.
- Buschmann A. 2001. Impacto Ambiental de la Acuicultura: El estado de la Investigación en Chile y el Mundo. Terram Publicaciones. 67 pp. <http://www.cetmar.org/DOCUMENTACION/dyp/ImpactoChileacuicultura.pdf>
- Casis D., Muñoz P., y S. Avaria, 2002. Variación temporal del fitoplancton entre 1993 y 1998 en una estación fija del seno Aysén, Chile (45°26'S 73°00'W). *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 37 (1): 43 – 65.
- Campalans M. 2004. Desarrollo de una metodología de análisis de riesgos para evaluar la importación de especies exóticas. Informe Final. Proyecto FIP N° 2004-25.
- Chávez, F., Bertrand, A., Guevara-Carrasco, R., Soler, P. y J. Csirke, 2008. The northern Humboldt Current System: brief history, present status and a view towards the future. *Progress in Oceanography*, 79: 95-105.
- Chavarria J. y J. Mendo, 2015. Metodología de la Evaluación Ambiental para una maricultura oceanica sostenible en Ecuador. *Revista de Ciencias Pedagógicas e Innovación UPSE.III* (1): 116-124.

- Davinson K., Gowen R., Harrison P., Fleming L., Hoagland P. & G. Moschonas, 2014. Anthropogenic nutrients and harmful algae in coastal waters. *Journal of Environmental Management*, 146: 206-216.
- Esenkulova, S. and N. Haigh. 2012. First Report of *Dinophysis* species causing Diarrhetic Shellfish Poisoning in British Columbia, Canada. *Harmful Algal News*. 45:12, pp 16–17.
- Edwards K., 2016. Community trait structure in phytoplankton: seasonal dynamics from a method for sparse trait data. *Ecology*, 97 (12): 3441-3451.
- FAO. 1994. Review of the state of world marine fishery resources. Fisheries Technical Paper No. 335.Roma.
- FAO. 2000. The State of World Fisheries and Aquaculture. FAO, Rome, Italy.
- FAO. 2005. Biotoxinas marinas. Estudio FAO: Alimentación y nutrición.
- Fiedler, P.C. 2002. The annual cycle and biological effects of the Costa Rica Dome. *Deep-Sea Research* 49: 321-338.
- Fogg G. 2002. Harmful Algae: A Perspective. *Harmful Algae* 1: 1-4.
- Fournier M., 2009. La zona Marino Costera. Undécimo informe sobre el estado de la nación en desarrollo humano sostenible. Informe final.
- Fréon P., Alheit J., Barton E., Kifani S. y P. Marchesiello. 2006. Modelling, forecasting and Scenarios in Comparable Upwelling Ecosystems: California, Canary and Humboldt. *Large Marine Ecosystems*, 14:187-223.
- ICES 2002. Report of the working group of phytoplankton Ecology. Oceanography Committee. The Hague, Netherlands. International Council for the Exploration of the Sea. Ref. ACME ACE.
- ICES 2004. Report of the working group of phytoplankton Ecology. Oceanography Committee. The Hague, Netherlands. International Council for the Exploration of the Sea. Ref. ACME ACE.
- INOCAR., 2001. Atlas Oceanográfico Interactivo. Instituto Oceanográfico de la Armada, www.inocar.mil.ec.
- Iriarte J. y H. González 2004. Phytoplankton Size structure during and after the 1997/98 El Niño in a coastal upwelling area of the northern Humboldt Current System. *Mar Ecol Prog Ser*, 269:83-90.
- Hallegraeff, G. 2002. *Aquaculturists' Guide to Harmful Australian Microalgae*. 2nd Edition.
- Hallegraeff G. 2004. Harmful Algal “bloom”: A Global Overview. In *Manual on Harmful Marine Microalgae*. Edited by G. Hallegraeff, D. M., Anderson, and A.D. Cembella, A.D.
- HARRNESS, 2005. Harmful Algal Research and Response: A National Environmental Science Strategy 2005–2015. Ramsdell, J.S., D.M. Anderson

- and P.M. Glibert (Eds.), Ecological Society of America, Washington DC, 96 pp.
- Hutchins D., Hare C., weaver R., Zhang Y., Firme F., DiTullio G., Alm M., Riseman S., Maucher J., Geesey M., Trick C., Smith G., Rue E., Conn J., y W. Bruland. 2002. Phytoplankton iron limitation in the Humboldt Current and Peru Upwelling. *Limnol. Oceanogr.*, 47 (4): 997-1011.
- Jiménez R., 1983. Diatomeas y Silicoflagelados del Fitoplancton del Golfo de Guayaquil. *Acta oceanográfica del Pacífico, INOCAR, Ecuador*, 2(2): 193-281.
- Gárate-Lizárraga I., Días-Ortiz J., Pérez-Cruz, Alarcón-Tacuba M., Torres-Jaramillo A., Alarcón-Romero M. y S. López-Silva. 2009. *Cochlodinium polykrikoides* and *Gymnodinium catenatum* in Bahía de Acapulco, Mexico (2005-2008). *Harmful Algae New N°40*: 8-9.
- Gárate-Lizárraga, I., Verdugo-Díaz, G. y Y. Okolodkov. 2016. Florecimientos algales nocivos en la costa occidental de California Sur. García-Mendoza, E., Quijano-Scheggia, S. I., Olivos-Ortiz, A. y Núñez-Vázquez, E. J. (eds.). *Florecimientos Algales Nocivos en México*. Ensenada, México. CICESE. 438 pp.
- GESAMP 1999. Reduction environmental impact of coastal aquaculture. Reports and studies 47. Joint Group od Experts on the Scientific Apects of Marine Pollution. FAO, Roma. 40 pp.
- GEOHAB, 2004. Global Ecology and Oceanography of Harmful Algal “bloom”: Science Plan. P. Glibert and G. Pitchers (Eds.). SCOR and IOC, Baltimore and Paris, 87.pp.
- González-Narváez M, Mendes S, Fernández-Gómez M, Ruiz-Barzola O, Recalde S, Torres-Chuquimarca G and Galindo-Villardón M. 2016. Spatio-temporal structure of phytoplankton assemblages in the Eastern Equatorial Pacific in the El Niño Region 1+2. *Front. Mar. Sci. Conference Abstract: IMMR | International Meeting on Marine Research 2016*. doi: 10.3389/conf.FMARS.2016.04.00097
- Graco M., Ledesma J., Flores G. y M. Girón, 2007. Nutrientes, Oxígeno y procesos biogeoquímicos en el sistema de surgencias de la Corriente de Humboldt frente a Perú. *Rev. Perú. Biol.* 14(1):117-128.
- Grant A., y D. Flores, 2016. Influencia de El Niño Oscilación del Sur en la disponibilidad y abundancia de recursos hidrobiológicos de la pesca artesanal en Ica, Perú. *Revista de biología Marina y Oceanografía*, 5 (2): 265-272.
- Guzmán A., Selvaraj J. y A. Martínez. 2012 Variabilidad espacial y temporal de parámetros físico-químicos en la Bahía de Tumaco. *Acta Agronómica-Número Especial*. 20-21pp.
- Kessler W., 2002. Mean three-dimensional circulation in the north-east tropical Pacific. *Journal of Physical Oceanography*, 32: 2457-2471.

- Kudela R., Pitcher G., Probyn T., Figueiras F., Moita T., and V. Trainer. 2005. Harmful algal blooms in Coastal Upwelling Systems. *Oceanography*, Vol.18 (2): 185-197.
- Kudela R., Berdalet E., Enevoldsen H., Pitcher G., Raine R. and E. Urban. 2017. GEOHAB-The Global Ecology and Oceanography of Harmful Algae “bloom” Program: Motivation, goals and Legacy. *Oceanography* 30 (1): 12-21.
- Lambeye G., 2006. Florecimientos algales nocivos en aguas australes. Avances en el conocimiento oceanográfico de las aguas interiores chilenas, Puerto Montt a cabo de Hornos. N. Silva & S. Palma (eds.). Comité Oceanográfico Nacional - Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, pp. 99-103. <http://www.cona.cl/revista/spanish/6-3%20Mareas%20rojas.pdf>.
- Leblanc K., Aristegui J., Armand L., Assmy P., Beker B., Bode A., Breton E., Cornet V., Gibson J., Gosselin M., and H. Marshall. 2012. A global Diatom Basedate-Abundance, Biovolume and Biomass in the World Ocean. Biological Sciences Faculty publications. Paper 145.
- Lee S., Kim H., Seob E., y Ch. Lee. 2003. Harmful algal “bloom”s (Red Tides): Manejo y Mitigación in the Republic of Korea. In Harmful Algal “bloom”s in PICES region of the North Pacific. PICES Scientific Report N° 23: 3- 4.
- Legendre L. and P. Legendre. 1983. *Numerical Ecology*. Elsevier. New York.
- Lindehoff E., Granéli E., and W. Granéli, 2009. Effect of tertiary sewage effluent additions on *Prymnesium parvum* cell toxicity and stable isotope ratios. *Harmful Algae*, 8: 247-253.
- Lloyd, R. 1992. *Pollution and Freshwater Fish*. West Byfleet: Fishing News Books.
- Lomas M. y P. Glibert. 1999. Temperature regulation of nitrate uptake: a novel hypothesis about nitrate uptake and reduction in cool-water diatoms. *Limnol. Oceanogr.*, 44 (3): 556-572.
- Lopez-Alvarado J., Ruiz W. y E. Moncayo, 2014. Desarrollo de la Maricultura en el Ecuador: Situación Actual y Perspectivas. *Revista de Ciencias del Mar y Limnología*. 1 (1): 1-15.
- Lopez-Alvarado J., 2016. Desarrollo de Indicadores de Sostenibilidad para la Maricultura del Ecuador. *Revista Internacional de Investigación y Docencia (RIID) ISSN (Online): 2445-1711*. 1(1): 20-32.
- Macías J., Collado J., Alamo C., Escalona M. y E. García 2005. Seguimiento ambiental para las instalaciones de acuicultura marina. *Biol. Inst. Esp. Oceanogr*, 21(1-4): 57-66.
- Mardones J., Clément A., Rojas X. y C. Aparicio. 2010. *Alexandrium catenella* during 2009 in Chilean water, and recent expansion to coastal ocean. *Harmful Algae News* N°41: 8-9.
- Masó M., Figueroa R., and K. Van-Lenning. 2007. Detection of toxic *Gymnodinium catenatum* (rahan, 1943) in Algerian waters (SW Mediterranean Sea). *Harmful Algae News*, 29: 10-12.

- Meave del Catillo, M., Zamudio-Resendiz M., y M. Castillo-Rivera (2012). Riqueza fitoplanctónica de la Bahía de Acapulco y zona costera adyacente, Guerrero, México. *Acta Botánica Mexicana* 100: 405-478.
- Moncada V. 2013. Variabilidad temporal de la abundancia de diatomeas de la capa fótica en una estación costera fija ubicada en la zona de surgencia de la bahía de Concepción (36° s) durante el periodo 2005-2011. Tesis. Universidad Austral Chile.
- Morón O., Gutiérrez D., Anculle T. y J. Ledesma. 2015. Variabilidad de las condiciones oceanográficas en el Punto Fijo Paita (05°04'25"S-81°16'W), abril 2014-octubre 2015. *IMARPE. Bol. Trimestral Oceanográfico*, 2 (1-4): 9-11.
- Moore S., Trainer V., Mantua N., Parker M., Laws E., Backer L., & L. Fleming. Proceedings of the Centers for Oceans and Human Health Investigators Meeting. *Environmental Health*, 7 (2): 54.
- Mutshinda C., Finkel Z., Wilddicombe C. and A. Irwin, 2016. Ecological equivalence of species within phytoplankton functional groups. *Functional Ecology*, 30 (10): 1714-1722.
- NOAA. 2001. Prevention, control and Mitigation of harmful algal "bloom"s: A research Plan. National Sea Grant, College Program, NOAA.
- Ochoa N. y J. Tarazona. 2003. Variabilidad temporal de pequeña escala en el fitoplancton de Bahía Independencia, Pisco, Perú. *Rev. Perú Biol.* 10(1): 59-66.
- Núñez Vázquez, E.J., I. Gárate Lizárraga, C.J. Band Schmidt, A. Cordero Tapia, D.J. López Cortés, F.E. Hernández Sandoval, A. Heredia Tapia & J.J. Bustillos Guzmán. 2008. Impacto de las proliferaciones microalgales nocivas en animales silvestres y de cultivo en el golfo de California. En: 1ra Bienal de la Agenda de Investigación del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California (, La Paz, Baja California Sur, México). Pp.
- Pagou K y L. Ignatiades, 1988. Phytoplankton Seasonality Patterns in Eutrophic Marine Coastal Waters. *Biological Oceanography*, 5: 229-241.
- Peña V. y G. Pinilla. 2002. Composición, distribución y abundancia de la comunidad fitoplanctónica de la ensenada de Utría, Pacífico Colombiano. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 37 (1): 67-81.
- Pesantes, F., 1983. Dinoflagelados del Fitoplancton del Golfo de Guayaquil. *Acta Oceanográfica del Pacífico, INOCAR*, 2 (2): 283-399.
- Quispe-Ccalluaril C., Tam J., Demarcq H., Romero C., Espinoza D., Chamorro A., Ramos J. y R. Oliveros. 2016. El Índice Térmico Costero Peruano (ITCP). *IMARPE. Bol. Trimestral Oceanográfico*, 2 (1): 7-11.
- Riley L., Dybdahl M., and R. Hall. 2007. Invasive species impact: asymmetric interactions between invasive and endemic freshwater. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 27 (3): 509-520.

- Roegner G., Needoba J. y António Baptista. 2011. Coastal Upwelling Supplies Oxygen-Depleted Water to the Columbia River Estuary. *PLoS ONE* 6(4): e18672. doi:10.1371/journal.pone.0018672
- Seguel, M. 2008. Manejo de cultivos bivalvos contaminados con marea roja. En A. Lovatelli, A. Farías e I. Uriarte (eds). Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura en América Latina. Puerto Montt, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura. No. 12. Roma, FAO. pp. 309–316.
- Sellner K., Doucette G. and G. Kirkpatrick. 2003. Harmful algal “bloom”s: causes, impact and detection. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.*, 30: 383-406.
- Smayda T., 1998 Patterns of variability characterizing marine phytoplankton, with examples from Narragansett Bay. *ICES Journal of Marine Science*, 55: 562-573.
- Smith W., Liu X., Tang K., Delizo L., Doan N., Nguyen N., y X. Wang. 2013. Giantism and its role in the harmful algal “bloom” species *Phaeocystis globosa*. *Deep-Sea. Res. II* (2013), <http://dx.doi.org/10.1016/j.dsr2.2012.12.005>.
- Sunesen I., Bárcena A., y E. Sar. 2009. Diatomeas potencialmente nocivas del Golfo San Matías (Argentina). *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 44 (1): 67-88
- Sullivan Sealey, K. and Bustamante, G. 1999. Setting geographic priorities for marine conservation in Latin America and the Caribbean. The Nature Conservancy, Arlington, Virginia. http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/Pnach523.pdf
- Tett P., Gowen, R., Painting S., Elliott M., Forster R., Mills D., Bresnan E, Capuzzo E., Fernandes T., Foden J., Geider J., Gilpin L., Huxham M., McQuatters-Gollop A., Malcolm S., Saux-Picart S., Platt T., Racault M., Sathyendranath S. van der Molen J., Wilkinson M. 2013. Framework for understanding marine ecosystem health. *Mar Ecol Prog Ser*, 494: 1-27. <http://www.int-res.com/articles/feature/m494p001.pdf>
- Tomas C., 1997. Identifying Marine Phytoplankton. Academic Press Int. San Diego, USA. 858 pp.
- Torres G., 1996. Distribución de la densidad fitoplanctónica en una estación Fija Costera La Libertad (Ecuador), durante 1989-1993. *Acta Oceanográfica del Pacífico, INOCAR*, 8(1):39-49.
- Torres-Zambrano, G., 1998-a. Variabilidad anual del fitoplancton marino en áreas costeras de La Libertad y Manta (Ecuador) y su inter-relación con El Niño. *Acta Oceanográfica del Pacífico, INOCAR*, 9(1): 115-128.
- Torres-Zambrano, G. y M. Tapia, 1998-b. Distribución del Primer Nivel Trófico (Fitoplancton) en el Pacífico Ecuatoriano, período 1996-1997 (Pre El Niño). *Acta Oceanográfica del Pacífico, INOCAR*, 9(1): 79-94.

- Torres–Zambrano G., 2001. Ocurrencias de Mareas Rojas durante 1989-1999, en aguas Ecuatorianas. *Acta Oceanográfica del Pacífico (INOCAR, Ecuador)*, 10 (1): 127-136.
- Torres. G., 2012. Eventos de Mareas Rojas: Estrategias de Gestión para el Manejo Integrado y Preventivo en Ecuador. Tesis de Magister en Ciencias en Manejo Sustentable de Recursos Bioacuáticos y Medio Ambiente. Universidad de Guayaquil.
- UNESCO, 2004. *Manual on Harmful Marine Microalgae*. Edited by G. Hallegraeff, D. M., Anderson, and A Cembella. Monographs on Oceanographic methodology serie 11.
- UNESCO, 2010. *Microscopic and molecular methods for quantitative phytoplankton analysis*. Edited by Karlson B., Cusack c and E. Bresnan. IOC Manuals and Guides, N° 55; IOC/2010/MG/55.
- Utermohl, H., 1958. Zur Vervollkommnung der Quantitativen phytoplankton methodik *Mitt Inter. Ver. Limnol*, 9:1-38.
- Vargas-Montero M. y E. Freer. 2004. Proliferaciones algales nocivas de cianobacterias (Oscillatoriaceae) y dinoflagelados (Gymnodiniaceae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop* vol.52. http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442004000500016.... No lo baje

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de consistencia

Problema de Investigación	Objetivos de Investigación	Hipótesis de Investigación	VARIABLES DE INVEST.	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
¿La variabilidad de las condiciones oceanográficas pueden generar un incremento del fitoplancton (temperatura, salinidad, oxígeno, nitrato, fosfato), y esto deriva en que algunas especies nocivas formen mareas rojas, que afecten a la maricultura/toma de agua de lastre de buques, entre los años 2013 y 2015?.	Evaluar el fitoplancton como un indicador de riesgos frente a la ocurrencia de "bloom" algales y/o mareas rojas en 4 sitios frente a las costas de Esmeraldas, Manta, La Libertad y Puerto Bolívar durante el 2013-2015.	Al disponer de una evaluación de especies con alta abundancia y/o mareas rojas frente a las costas de Esmeraldas, Manta, La Libertad y Puerto Bolívar (monitoreo 2013-2015) como un mecanismo operacional en el margen costero.	Variable Dependiente: Abundancia del fitoplancton: principales grupos y principales especies	Cuantitativa: Conteo Celular cel/l: Se utilizó la metodología de Uthermol (1958), procedimiento de conteo celular de Semina (1978); datos obtenidos son convertidos en Cel/l.; Guías taxonómicas: Pesantes (1983), Jiménez (1983), Zambrano (1983), Balech (1988), Taylor et al. (1995) y Tomas (1997); sitios webs.
Problema Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas		
¿El tener un rango (mensual/estacional) del fitoplancton permite agrupar a las especies según su abundancia y en grupos (diatomeas céntricas y pennadas, dinoflagelados y otros), en los 4 sitios durante 2013-2015?.	Evidenciar la variabilidad estacional o mensual que incrementa el fitoplancton, que conlleven a la abundancia de especies que puedan causar "bloom" algal en los 4 sitios	Si al evaluar la variabilidad estacional (2013-2015) del fitoplancton (especies/índices biodiversidad) en 4 sitios se incrementará las tendencias de riesgos de "bloom" algales.	Variables ambientales:	
¿El tener un rango (mensual/estacional) del fitoplancton que permita agrupar a las especies según su abundancia y en grupos (diatomeas céntricas y pennadas, dinoflagelados y otros), en los 4 sitios durante 2013-2015?.	Establecer rangos del fitoplancton que permitan agrupar a las especies según su abundancia y en grupos (diatomeas céntricas y pennadas, dinoflagelados y otros), en los 4 sitios	La clasificación del rango de especies del fitoplancton en 4 sitios, permitirá evaluar más eficientemente el "bloom" algal, ayudará a la gestión de un Plan Nacional de sistemas de alerta a eventos de mareas rojas.	Temperatura y salinidad (con lances de CTD), Nutrientes: Nitrato y Fosfato.	Temperatura y Salinidad: Son obtenidas mediante un CTD en la columna de agua (0 a 50m de profundidad)
¿El incremento del fitoplancton y su correlación con los factores ambientales (oxígeno, temperatura, nitrato y fosfatos), constituye en indicador operacional que contribuye para el análisis de riesgo?	Determinar la correlación del fitoplancton con los parámetros ambientales físico-químicos (temperatura, salinidad, oxígeno, nitrato y fosfato), que permitan constituir indicadores operacionales de riesgo a la ocurrencia de mareas rojas.	La producción del fitoplancton dependerá de la variabilidad y disponibilidad de nutrientes, temperatura y/o salinidad.	Oxígeno Disuelto :	Nutrientes: Nitrato y fosfato
¿El fitoplancton nocivo puede generar riesgos a la maricultura y al llenado de tanques de agua de lastre de buques comerciales y petroleros?	Diagnosticar las especies de fitoplancton nocivo que puedan generar mareas rojas y sus riesgos a la actividad de la maricultura	Al tener un diagnóstico referencial de los principales riesgos del "bloom" y/o mareas rojas del fitoplancton a nivel mundial y regional permitirá iniciar una gestión de		Oxígeno Disuelto

	y al llenado de tanques de agua de lastre de buques comerciales y petroleros.	sistema de alerta nacional frente a los eventos costeros.		
--	---	---	--	--

ANEXO 2: Cuadros análisis descriptivos ambientales en Esmeraldas, Manta, La Libertad y Puerto Bolívar, durante el 2013 al 2015; se incluye pruebas de normalidad.

Resumen estadístico de variables ambientales por épocas estacionales (EH= Época húmeda; ES=Época seca) y profundidades (0, 10, 20 y 30-75m), durante 2013 al 2015 frente a Esmeraldas .																														
Año	Epoca	Estadístico	Temperatura (°C)				Salinidad (UPS)				Oxígeno (ml/l)				Nitrato (ug.at/l)				Fosfato (ug.at/l)				Silicato (ug.at/l)				Nitrito (ug.at/l)			
			0m	10m	20	30-75	0m	10m	20	30-75	0m	10m	20	30-75	0m	10m	20	30-75	0m	10m	20	30-75	0m	10m	20	30-75	0m	10m	20	30-75
2013	EH	Mínimo	25.5	22.6	16.3	14.7	32.7	32.6	32.5	32.7	4.13	4.04	3.49	1.33	0.22	0.24	0.15	0.41	0.1	0.24	0.29	0.29	4.45	5.69	6.73	4.36	0.01	0.02	0	0.02
	EH	Máximo	28	27.5	27.3	25.9	33.2	34.1	35	35.1	5.3	5.28	5.3	5.16	2.03	5.75	10.1	27.6	1.84	1.95	2.21	3.31	10.3	16	20.2	23.4	0.19	0.37	0.72	1.23
	EH	Rango	2.54	4.96	11	11.1	0.59	1.42	2.57	2.42	1.17	1.25	1.81	3.83	1.82	5.51	9.91	27.2	1.74	1.7	1.92	3.02	5.88	10.3	13.4	19	0.18	0.35	0.72	1.21
	EH	Desv.Est.	1.1	2.18	4.96	3.67	0.3	0.64	1.17	0.78	0.53	0.54	0.82	1.06	0.81	2.66	4.81	9.61	0.75	0.75	0.81	0.83	3.03	5.23	6.71	6.09	0.08	0.16	0.35	0.35
2014	EH	Mínimo	26.4	21	17.2	15	31.6	31.7	31.8	31.9	4.13	3.59	2.95	1.63	0.29	0.3	0.43	0.48	0.05	0.1	0.1	0.19	2.52	2.62	7.26	8.19	0.02	0	0.06	0.04
	EH	Máximo	27.3	26.8	26.4	26.4	34.1	34.1	34.9	35	4.9	4.49	4.47	4.21	0.64	1.36	3.34	22.5	0.67	0.72	0.94	1.82	10.4	10.6	12.3	19.6	0.04	0.08	0.19	0.88
	EH	Rango	0.89	5.81	9.17	11.4	2.5	2.43	3.13	3.1	0.78	0.9	1.52	2.58	0.35	1.06	2.91	22	0.62	0.62	0.84	1.63	7.88	7.97	5.09	11.4	0.02	0.08	0.12	0.84
	EH	Desv.Est.	0.38	2.45	3.83	3.45	1.07	1.01	1.25	1.09	0.29	0.39	0.63	0.79	0.15	0.44	1.36	5.8	0.28	0.32	0.39	0.49	3.06	2.92	2.33	3.15	0.01	0.04	0.05	0.26
2015	EH	Mínimo	25.8	25.7	16.9	15.5	31.7	32	32.5	32.6	4.18	4.1	2.87	2.24	0.01	0.06	0.11	0.09	0.05	0.05	0.1	0.14	1.6	1.69	2.51	3.01	0.02	0.02	0.02	0.02
	EH	Máximo	28	27.9	27.6	27.5	34.4	34.5	35.7	35.3	4.69	4.73	4.44	4.38	1.35	1.4	21.8	23.5	0.51	0.51	1.23	1.68	4.28	4.58	13.9	23	0.1	0.1	0.27	0.55
	EH	Rango	2.22	2.19	10.8	12	2.67	2.54	3.24	2.72	0.51	0.63	1.57	2.14	1.33	1.34	21.6	23.4	0.46	0.46	1.14	1.53	2.69	2.89	11.4	20	0.08	0.08	0.25	0.53
	EH	Desv.Est.	0.87	0.89	4.51	4.33	1.07	1.08	1.26	0.83	0.22	0.25	0.63	0.69	0.58	0.54	9.29	8.29	0.2	0.19	0.47	0.5	1.16	1.21	4.5	6.53	0.04	0.04	0.1	0.17
2013	ES	Mínimo	25.5	25.5	24.9	14.5	32.2	32.2	32.3	32.5	4.39	4.32	3.99	1.54	0.13	0.05	0.1	0.11	0.05	0.1	0.15	0.1	0.28	0.28	2.52	2.23	0	0	0.02	0.06
	ES	Máximo	27	26.9	26.8	26	33.2	33.2	33.3	35.2	4.88	4.79	4.57	4.52	1.1	1.77	3.45	22.2	0.9	1	1.14	3.08	8.94	9.54	11.8	26.2	0.27	0.19	0.46	0.81
	ES	Rango	1.44	1.38	1.94	11.5	1.01	1.01	0.99	2.74	0.49	0.47	0.57	2.98	0.96	1.72	3.35	22.1	0.86	0.9	1	2.98	8.66	9.27	9.32	24	0.27	0.19	0.44	0.75
	ES	Desv.Est.	0.46	0.44	0.63	4.19	0.38	0.38	0.37	0.94	0.18	0.17	0.23	0.96	0.37	0.59	1.42	6.91	0.3	0.35	0.38	0.82	2.91	2.89	3.25	7.01	0.1	0.07	0.18	0.23
2014	ES	Mínimo	26.3	26.2	26.1	17.5	31.5	31.6	31.8	32.2	3.96	3.86	3.69	2.03	0.03	0.08	0.02	0.11	0.05	0.1	0.1	0.2	2.05	2.44	2.7	0.81	0	0	0	0.02
	ES	Máximo	28	28	27.9	27.8	32.7	33	33.6	35.1	4.88	4.86	4.8	4.7	0.63	0.66	0.9	19.5	0.7	0.5	0.4	1.63	4.86	7.14	7.14	20.8	0.04	0.04	0.12	1.77
	ES	Rango	1.74	1.75	1.73	10.4	1.18	1.45	1.83	2.87	0.93	1	1.1	2.68	0.6	0.58	0.88	19.4	0.65	0.4	0.3	1.42	2.81	4.7	4.44	20	0.04	0.04	0.12	1.75
	ES	Desv.Est.	0.62	0.61	0.62	3.92	0.4	0.44	0.56	0.87	0.32	0.34	0.4	0.83	0.22	0.21	0.3	6.7	0.23	0.14	0.1	0.47	0.98	1.65	1.89	6.02	0.01	0.02	0.04	0.52
2015	ES	Mínimo	27.2	27.2	27.2	17.5	32.2	32.2	32.2	32.2	3.97	3.96	3.84	2.03	0.05	0.08	0.13	0.11	0.09	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.71	0.81	0.02	0.02	0.02	0.02
	ES	Máximo	28.1	28.1	28	27.8	34.2	34.2	34.2	35.1	4.8	4.78	4.76	4.7	0.39	0.56	0.78	19.5	0.44	0.44	0.44	1.63	3.71	4.01	4.21	20.8	0.06	0.08	0.21	1.77
	ES	Rango	0.93	0.93	0.75	10.4	2	2	2.01	2.87	0.83	0.82	0.92	2.68	0.34	0.48	0.65	19.4	0.35	0.34	0.29	1.42	3.41	3.61	3.51	20	0.04	0.06	0.19	1.75
	ES	Desv.Est.	0.36	0.36	0.31	3.92	0.68	0.68	0.74	0.87	0.29	0.29	0.33	0.83	0.13	0.2	0.27	6.7	0.15	0.14	0.11	0.47	1.19	1.37	1.28	6.02	0.02	0.02	0.07	0.52

Fuente: Gladys Torres 2017

Resumen estadístico de variables ambientales por épocas estacionales (EH= Época húmeda; ES=Época seca) y profundidades (0, 10, 20 y 30-75m), durante 2013 al 2015 frente a MANTA.																														
Año Época Estadístico			Temperatura (°C)				Salinidad (UPS)				Oxígeno (ml/l)				Nitrato (ug.at/l)				Fosfato (ug.at/l)				Silicato (ug.at/l)				Nitrito (ug.at/l)			
			0m	10m	20	30-75	0m	10m	20	30-75	0m	10m	20	30-75	0m	10m	20	30-75	0m	10m	20	30-75	0m	10m	20	30-75	0m	10m	20	30-75
2013	EH	Mínimo	25	23	20	15	33	33	33	34	4.6	4.5	2.7	1.6	0.8	0.2	0.6	4.1	0.2	0.2	0.6	0.5	1.3	0.7	1.7	11	0	0	0	0
	EH	Máximo	26	25	24	21	34	34	34	35	5.3	5	4.4	3.5	4.1	5.8	11	19	1	2.1	2.3	3.6	7.9	13	20	30	0.1	0.1	1.1	1.6
	EH	Rango	1.3	1.8	4.1	5.7	1	1.1	1.2	1.4	0.7	0.6	1.7	1.9	3.2	5.5	10	15	0.8	1.9	1.7	3.1	6.6	13	18	19	0.1	0.1	1.1	1.6
	EH	Desv.Est.	0.6	0.8	1.8	1.6	0.5	0.6	0.5	0.4	0.3	0.3	0.7	0.4	1.5	2.5	4.4	3.5	0.4	1	0.9	1.1	2.8	5.3	7.9	5.3	0	0	0.5	0.4
2014	EH	Mínimo	25	19	18	15	33	33	33	34	3.7	3.4	2.4	1.6	0.3	0.5	0.5	0.6	0.1	0.1	0.2	0.3	1.3	2.7	3.8	11	0	0	0	0
	EH	Máximo	27	26	26	26	34	35	35	36	4.8	5	4.6	4.3	3.7	6.5	7.4	24	0.5	0.9	1.3	1.9	9.1	11	16	24	0	0.1	0.1	0.9
	EH	Rango	1.6	7.1	8	11	1.3	1.3	1.5	2	1.1	1.6	2.2	2.7	3.4	6	6.8	24	0.4	0.7	1.1	1.5	7.8	8.6	13	13	0	0.1	0.1	0.9
	EH	Desv.Est.	0.6	3	3.8	3.1	0.5	0.6	0.7	0.4	0.4	0.6	1	0.9	1.4	2.5	3.2	7.1	0.1	0.3	0.5	0.5	3.4	4	4.5	4	0	0	0	0.3
2015	EH	Mínimo	24	23	19	16	33	33	33	33	4	3.5	3.3	2.2	0	0	0	0	0.3	0.3	0.3	0.4	1	1.1	1.1	1.5	0	0	0	0.1
	EH	Máximo	28	27	27	27	34	34	35	35	4.8	4.8	4.6	4.6	1.5	9.7	19	24	0.6	1.2	1.5	1.9	12	15	17	32	0.2	0.3	0.3	0.4
	EH	Rango	3.8	3.8	7.4	11	1.4	1.4	1.9	2.2	0.8	1.3	1.3	2.4	1.5	9.7	19	24	0.3	0.9	1.2	1.5	11	14	16	30	0.1	0.3	0.3	0.3
	EH	Desv.Est.	1.7	1.6	3.4	3.5	0.6	0.6	0.9	0.8	0.4	0.6	0.6	0.7	0.7	4.5	8	7.6	0.1	0.5	0.6	0.6	5	6.1	7.3	8.5	0.1	0.2	0.1	0.1
2013	ES	Mínimo	23	23	22	14	33	33	33	34	4.1	4.1	3.3	1.3	0.1	0.2	0.3	0.9	0	0.1	0.4	0.5	0.6	0.7	2.2	2.3	0	0	0.1	0
	ES	Máximo	26	26	26	23	34	34	34	35	4.7	4.6	4.6	4.1	1.8	3	7.1	21	0.8	0.8	1	2.7	11	6.4	9.9	39	0.4	0.4	0.3	0.7
	ES	Rango	2.8	3	4.3	8.4	0.5	0.4	0.8	1.6	0.6	0.6	1.3	2.7	1.8	2.8	6.8	20	0.7	0.7	0.6	2.2	10	5.7	7.7	37	0.4	0.4	0.2	0.6
	ES	Desv.Est.	1	1.1	1.6	2.1	0.1	0.1	0.3	0.4	0.2	0.2	0.4	0.7	0.7	1	2.5	6	0.3	0.3	0.3	0.6	3.5	2.2	2.8	9	0.1	0.1	0.1	0.2
2014	ES	Mínimo	24	24	23	15	33	33	33	33	4	3.7	2.7	1.6	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1	1.7	1.7	2.7	0	0	0	0
	ES	Máximo	27	27	26	26	34	34	35	35	4.9	4.9	4.9	4.8	1.2	1.4	2.8	24	0.9	0.5	0.6	2	4.4	7.2	7.3	29	0.1	0.1	0.1	0.6
	ES	Rango	2.4	2.2	3.5	11	1.5	1.5	1.6	3	0.9	1.2	2.1	3.2	1.2	1.4	2.7	24	0.9	0.5	0.6	1.9	3.4	5.5	5.6	26	0.1	0.1	0.1	0.6
	ES	Desv.Est.	0.9	0.9	1.2	3.6	0.5	0.6	0.6	0.8	0.3	0.4	0.7	0.9	0.4	0.5	1	7.4	0.3	0.2	0.2	0.5	1.2	1.8	1.9	6.7	0	0	0	0.1
2015	ES	Mínimo	26	26	23	17	34	34	34	34	4.2	4.2	2.2	2.1	0	0.2	0	0.1	0	0	0	0	0.9	1.2	1.2	1.7	0	0	0	0
	ES	Máximo	27	27	27	26	35	35	35	35	4.7	4.7	4.7	4.7	1.6	2	13	20	0.8	0.8	1.1	1.8	5	6.4	8.8	17	0.1	0.1	0.3	1.8
	ES	Rango	1.6	1.5	4.1	9.3	1.4	1.4	1.3	1.5	0.5	0.5	2.5	2.5	1.6	1.8	13	20	0.7	0.8	1.1	1.7	4.1	5.2	7.6	15	0.1	0.1	0.3	1.8
	ES	Desv.Est.	0.7	0.7	1.4	3.1	0.6	0.6	0.6	0.4	0.2	0.2	0.9	0.7	0.5	0.8	4.7	6	0.2	0.3	0.4	0.5	1.5	2	2.7	4.3	0	0.1	0.1	0.5

Fuente: Gladys Torres 2017

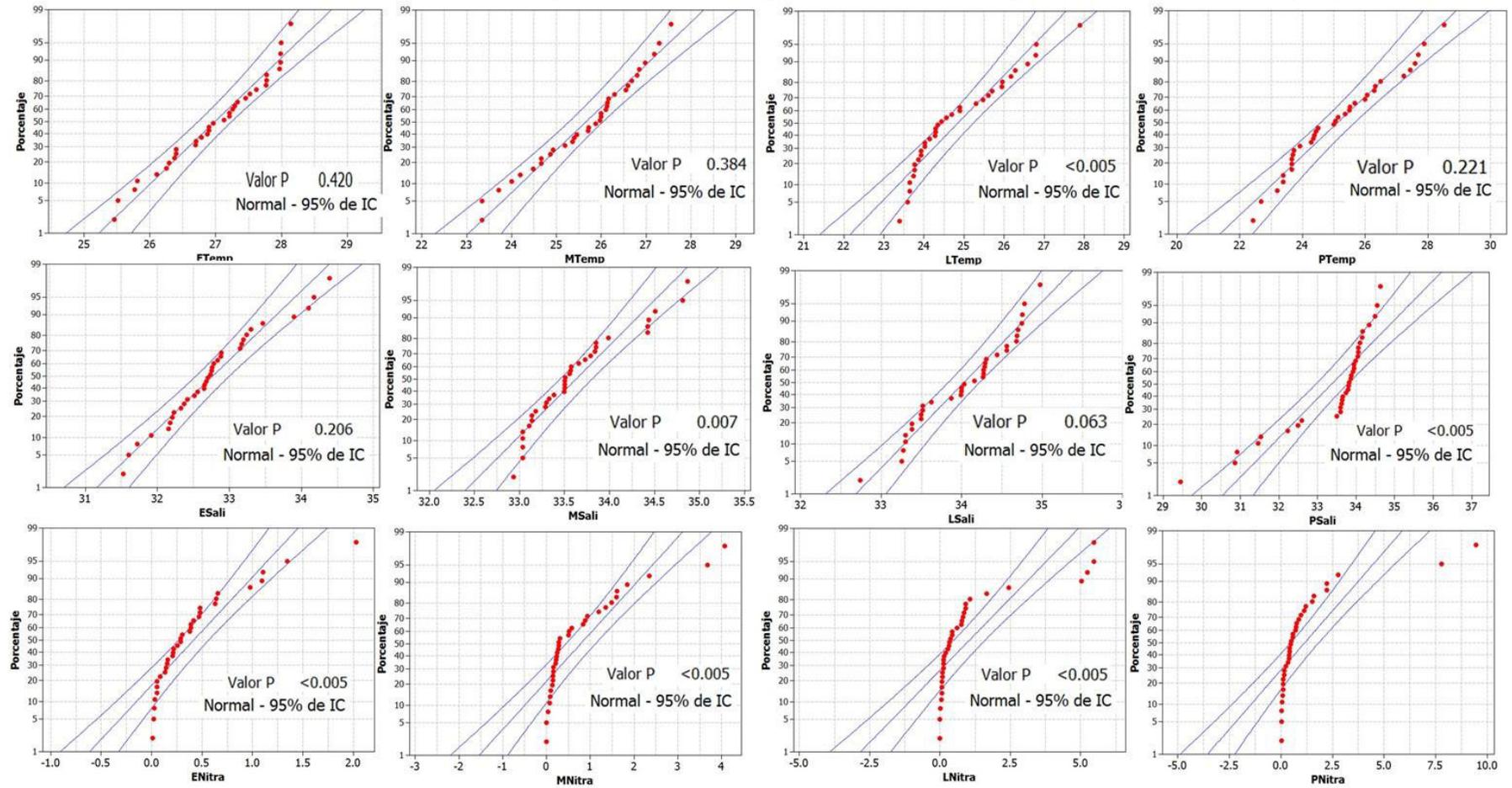
Resumen estadístico de variables ambientales por épocas estacionales (EH= Época húmeda; ES=Época seca) y profundidades (0, 10, 20 y 30-75m), durante 2013 al 2015 frente a LA LIBERTAD.																														
Año	Epoca	Estadístico	Temperatura (°C)				Salinidad (UPS)				Oxígeno (ml/l)				Nitrateo (ug.at/l)				Fosfato (ug.at/l)				Silicato (ug.at/l)				Nitrito (ug.at/l)			
			0m	10m	20	30-75	0m	10m	20	30-75	0m	10m	20	30-75	0m	10m	20	30-75	0m	10m	20	30-75	0m	10m	20	30-75	0m	10m	20	30-75
2013	EH	Mínimo	23.6	23.2	18.8	15	32.7	33	33.6	34.8	4.75	4.72	3.1	1.55	0.09	0.15	0.16	4.84	0.14	0.14	0.14	0.48	1.6	1.7	1.8	5.09	0.01	0.01	0.08	0.06
	EH	Máximo	27.9	25.2	24.7	21.8	34.3	34.3	35.8	36.2	5.23	5.53	5.6	3.86	2.46	3.1	10.6	25.5	0.8	1.6	1.75	2.7	8.69	12.3	14.7	27	0.06	0.06	0.84	4.54
	EH	Rango	4.3	1.99	5.89	6.79	1.52	1.29	2.21	1.4	0.48	0.81	2.51	2.31	2.37	2.95	10.4	20.7	0.66	1.46	1.61	2.22	7.09	10.6	12.9	21.9	0.05	0.05	0.76	4.47
	EH	Desv.Est.	1.89	0.88	2.66	2.34	0.69	0.55	0.95	0.35	0.21	0.4	1.06	0.82	1.11	1.37	5.63	6.43	0.35	0.66	0.73	0.74	3.52	5.02	5.71	4.76	0.02	0.02	0.39	1.41
2014	EH	Mínimo	24.1	19.9	17.1	15.4	33.9	33.9	34.1	34.7	3.69	3.67	1.8	1.72	0.13	0.15	0.16	4.57	0.1	0.14	0.14	0.48	0.3	0.7	1.8	5.09	0.02	0	0.02	0.02
	EH	Máximo	26.8	24.8	24.7	22.6	34.7	34.8	34.9	36.2	5.22	5.17	4.99	4.77	0.82	1.7	3.33	23.9	0.39	0.59	1.14	2.35	4.23	9.58	9.88	24.1	0.06	0.25	1.23	1.54
	EH	Rango	2.66	4.93	7.64	7.19	0.83	0.9	0.79	1.54	1.53	1.51	3.19	3.06	0.69	1.55	3.18	19.3	0.3	0.44	1	1.88	3.93	8.87	8.08	19.1	0.04	0.25	1.21	1.52
	EH	Desv.Est.	1.09	2.38	3.28	2.43	0.38	0.39	0.34	0.35	0.61	0.61	1.27	0.96	0.28	0.63	1.38	6.22	0.12	0.19	0.37	0.59	1.44	3.53	3.81	5.74	0.02	0.1	0.57	0.43
2015	EH	Mínimo	23.9	21.6	18.3	16.1	33.3	33.3	33.3	33.5	4.16	3.95	3.38	2.11	0.08	0.08	0.13	0.16	0.05	0.1	0.1	0.1	1.1	1.4	1.71	2.01	0.02	0.02	0.02	0.02
	EH	Máximo	26.8	26.2	26.2	25.6	34.6	34.8	35.2	35.2	5.59	4.64	4.64	4.63	1.07	8.04	19.3	24	0.1	0.77	1.35	1.83	8.07	8.27	15.9	22.5	0.06	0.5	0.64	1.01
	EH	Rango	2.94	4.54	7.85	9.56	1.31	1.53	1.91	1.73	1.43	0.7	1.26	2.51	0.99	7.96	19.1	23.9	0.05	0.68	1.25	1.73	6.97	6.87	14.2	20.5	0.04	0.48	0.62	0.99
	EH	Desv.Est.	1.26	2.01	3.69	3.07	0.62	0.71	0.88	0.44	0.59	0.31	0.58	0.77	0.42	3.67	7.96	7.43	0.02	0.32	0.55	0.49	3.11	3.07	6.26	6.43	0.02	0.22	0.26	0.29
2013	ES	Mínimo	23.4	20.7	17.3	14.7	33.3	33.3	33.2	33.3	4.29	3.13	2.13	1.58	0	0.07	0.05	0.29	0.05	0.05	0.2	0.2	2.08	2.8	4.9	9.71	0.02	0.02	0.02	0.04
	ES	Máximo	25.5	25.4	24.3	23.1	34.3	34.3	35	35.1	4.92	4.88	4.72	4.18	5.48	8.96	10.4	24.8	0.55	1.54	1.55	2.33	17.8	19.4	20.2	33.7	0.5	0.63	0.96	0.98
	ES	Rango	2.09	4.76	6.96	8.42	0.97	0.98	1.8	1.77	0.63	1.75	2.59	2.6	5.47	8.89	10.4	24.5	0.5	1.49	1.35	2.13	15.7	16.6	15.3	24	0.48	0.61	0.94	0.94
	ES	Desv.Est.	0.68	1.46	2.3	2.04	0.35	0.4	0.65	0.35	0.25	0.61	0.86	0.6	2.45	3.52	4.51	5.08	0.21	0.56	0.56	0.48	5.24	5.51	4.98	7.54	0.17	0.26	0.37	0.29
2014	ES	Mínimo	23.7	23.2	20.8	14.7	33.3	33.3	33.2	33.3	4.29	4.07	3.3	1.58	0	0.07	0.05	0.29	0.05	0.05	0.2	0.2	2.08	2.8	4.9	7.57	0.02	0.01	0.02	0.01
	ES	Máximo	25.3	25	24.3	23.4	35	35	35	35.1	4.92	4.88	4.72	4.18	5.48	5.31	10.4	24.8	0.15	0.92	1.55	1.84	5.59	8.03	10.2	35.9	0.14	0.26	0.96	0.98
	ES	Rango	1.65	1.79	3.48	8.72	1.67	1.7	1.79	1.78	0.63	0.81	1.42	2.6	5.47	5.24	10.4	24.5	0.1	0.87	1.35	1.64	3.51	5.23	5.27	28.3	0.12	0.25	0.94	0.97
	ES	Desv.Est.	0.57	0.58	1.45	2.8	0.71	0.7	0.69	0.35	0.26	0.31	0.52	0.7	1.98	1.92	4.75	7.54	0.04	0.3	0.49	0.48	1.32	1.97	2.04	8.3	0.05	0.09	0.38	0.33
2015	ES	Mínimo	23.7	23.7	22.6	16.8	34	34	34.1	34.2	4.46	4.23	2.64	2.28	0.06	0.09	0.05	0.15	0.05	0.23	0.31	0.31	0.6	1.4	1.4	2.8	0.02	0.04	0.06	0.02
	ES	Máximo	26.3	26.1	25.6	24.6	34.8	34.9	35	35.2	4.9	4.82	4.8	4.69	5.24	6.08	10.2	20.6	0.78	0.88	1.37	1.88	4.01	5.22	5.62	14.8	0.29	0.67	1	1.64
	ES	Rango	2.55	2.36	2.91	7.76	0.72	0.84	0.94	1	0.44	0.59	2.16	2.42	5.18	5.99	10.2	20.4	0.73	0.65	1.07	1.58	3.41	3.82	4.22	12	0.27	0.63	0.94	1.62
	ES	Desv.Est.	1	0.92	0.99	2.31	0.3	0.32	0.34	0.26	0.17	0.24	0.78	0.73	1.9	2.17	4.24	4.99	0.28	0.26	0.4	0.46	1.07	1.22	1.53	3.32	0.1	0.22	0.38	0.44

Fuente: Gladys Torres 2017

Resumen estadístico de variables ambientales por épocas estacionales (EH= Época húmeda; ES=Época seca) y profundidades (0, 10, 20 y 30-75m), durante 2013 al 2015 frente a PUERTO BOLIVAR.																														
Año	Epoca	Estadístico	Temperatura (°C)				Salinidad (UPS)				Oxígeno (ml/l)				Nitrato (ug.at/l)				Fosfato (ug.at/l)				Silicato (ug.at/l)				Nitrito (ug.at/l)			
			0m	10m	20	30-75	0m	10m	20	30-75	0m	10m	20	30-75	0m	10m	20	30-75	0m	10m	20	30-75	0m	10m	20	30-75	0m	10m	20	30-75
2013	EH	Mínimo	23.39	19.62	16.30	15.11	30.45	33.47	34.21	34.63	4.11	2.41	1.96	0.70	0.60	1.47	7.62	9.76	0.05	0.06	0.17	0.18	3.74	5.05	9.38	10.08	0.06	0.17	0.14	0.02
	EH	Máximo	27.60	23.15	21.07	20.02	34.06	34.02	34.76	35.05	5.58	4.42	3.96	3.91	7.79	12.96	14.51	23.82	0.92	1.41	1.71	4.23	10.58	13.41	16.43	37.70	0.15	0.79	1.34	2.40
	EH	Rango	4.21	3.53	4.77	4.91	7.61	0.55	0.55	0.42	1.47	2.02	2.00	3.22	7.19	11.49	6.89	14.06	0.88	1.35	1.54	4.05	6.84	8.36	7.05	27.62	0.09	0.62	1.20	2.38
	EH	Desv.Est.	1.74	1.63	2.07	1.61	3.38	0.24	0.23	0.13	0.60	0.93	0.99	0.93	3.42	5.33	3.10	5.06	0.38	0.61	0.71	1.22	3.18	3.60	2.99	7.69	0.04	0.31	0.54	0.62
2014	EH	Mínimo	23.39	19.21	16.99	15.34	30.86	33.70	34.00	34.40	3.59	2.86	2.77	1.51	0.03	0.08	0.07	3.81	0.10	0.19	0.24	0.43	2.10	2.20	2.30	8.98	0.02	0.04	0.10	0.18
	EH	Máximo	27.88	25.94	25.20	23.35	34.11	34.27	34.76	36.00	4.98	4.87	4.73	4.32	2.77	8.40	18.54	24.96	0.58	0.94	1.09	2.11	13.78	16.00	17.71	24.49	0.13	0.51	0.74	0.86
	EH	Rango	4.49	6.73	8.21	8.01	3.25	0.57	0.76	1.60	1.39	2.01	1.96	2.81	2.74	8.32	18.48	21.15	0.48	0.75	0.85	1.68	11.69	13.80	15.41	15.51	0.11	0.47	0.63	0.67
	EH	Desv.Est.	1.64	2.99	3.53	2.87	1.66	0.21	0.31	0.40	0.56	0.94	0.91	1.01	1.20	3.15	7.02	6.60	0.21	0.30	0.33	0.49	4.29	4.98	6.74	5.00	0.05	0.21	0.25	0.16
2015	EH	Mínimo	25.67	19.69	18.75	15.43	31.53	33.83	33.84	33.83	4.38	3.51	3.10	1.74	0.11	0.21	0.21	0.24	0.05	0.05	0.35	0.35	1.20	1.30	1.40	1.50	0.02	0.02	0.04	0.04
	EH	Máximo	27.43	26.00	26.00	25.96	34.56	34.82	35.12	35.14	4.88	4.65	4.66	4.65	0.71	15.72	18.57	26.65	0.77	1.65	1.69	2.52	8.52	13.55	14.35	24.51	0.08	0.54	0.80	2.74
	EH	Rango	1.76	6.31	7.25	10.53	3.03	0.99	1.29	1.30	0.51	1.14	1.56	2.91	0.60	15.51	18.36	26.42	0.72	1.60	1.34	2.17	7.32	12.25	12.94	23.00	0.06	0.52	0.76	2.70
	EH	Desv.Est.	0.88	2.86	3.42	3.29	1.32	0.45	0.57	0.40	0.25	0.50	0.72	0.79	0.25	6.50	8.73	7.89	0.32	0.68	0.63	0.66	3.18	5.35	6.04	6.60	0.03	0.24	0.32	0.72
2013	ES	Mínimo	22.43	22.43	16.77	15.28	33.60	33.60	33.82	34.12	4.59	4.59	1.98	1.09	0.10	0.10	0.54	1.90	0.05	0.05	0.65	0.84	1.04	1.04	3.72	8.34	0.00	0.00	0.02	0.02
	ES	Máximo	25.05	25.05	24.80	22.66	34.16	34.16	34.87	35.14	5.34	5.34	4.90	4.67	9.48	9.48	14.46	25.37	0.95	0.95	1.67	2.89	9.46	9.46	18.71	28.95	0.17	0.17	0.88	1.30
	ES	Rango	2.62	2.62	8.04	7.38	0.56	0.56	1.05	1.02	0.75	0.75	2.92	3.57	9.38	9.38	13.91	23.47	0.90	0.90	1.02	2.05	8.42	8.42	14.99	20.61	0.17	0.17	0.86	1.28
	ES	Desv.Est.	0.86	0.86	2.50	1.94	0.19	0.19	0.33	0.28	0.30	0.30	1.10	0.91	3.35	3.35	5.13	8.01	0.31	0.31	0.41	0.57	3.33	3.33	5.23	4.26	0.07	0.07	0.30	0.33
2014	ES	Mínimo	23.66	23.66	20.19	15.78	32.23	32.23	32.25	31.70	4.46	4.46	2.87	1.60	0.03	0.03	0.26	3.79	0.05	0.05	0.20	0.56	2.14	2.14	7.42	9.85	0.01	0.01	0.02	0.04
	ES	Máximo	26.33	26.33	23.87	23.09	34.50	34.50	34.91	35.84	4.88	4.88	4.64	2.97	2.22	2.22	11.27	24.35	0.63	0.63	1.31	1.84	7.51	7.51	14.61	33.12	0.17	0.17	1.33	1.48
	ES	Rango	2.67	2.67	3.68	7.31	2.27	2.27	2.66	4.13	0.42	0.42	1.76	1.37	2.19	2.19	11.01	20.56	0.58	0.58	1.11	1.28	5.37	5.37	7.19	23.27	0.16	0.16	1.31	1.44
	ES	Desv.Est.	1.16	1.16	1.28	2.45	0.71	0.71	0.95	0.82	0.14	0.14	0.59	0.35	0.89	0.89	4.48	5.94	0.22	0.22	0.39	0.30	1.72	1.72	2.74	7.11	0.06	0.06	0.46	0.41
2015	ES	Mínimo	24.27	24.27	21.44	17.40	31.46	31.46	34.35	34.35	4.52	4.52	2.64	2.11	0.06	0.06	0.44	0.79	0.05	0.05	0.25	0.46	0.71	0.71	1.80	2.60	0.02	0.02	0.04	0.11
	ES	Máximo	28.52	28.52	25.19	24.35	34.63	34.63	34.99	35.15	4.92	4.92	4.78	4.75	0.97	0.97	16.92	23.72	0.92	0.92	1.58	1.83	8.28	8.28	11.08	20.00	0.12	0.12	1.71	1.86
	ES	Rango	4.24	4.24	3.74	6.96	3.17	3.17	0.64	0.80	0.40	0.40	2.13	2.64	0.91	0.91	16.48	22.93	0.86	0.86	1.33	1.37	7.57	7.57	9.29	17.40	0.10	0.10	1.67	1.75
	ES	Desv.Est.	1.72	1.72	1.29	1.77	1.05	1.05	0.26	0.18	0.14	0.14	0.80	0.75	0.29	0.29	7.53	6.91	0.30	0.30	0.53	0.42	2.49	2.49	3.84	4.17	0.04	0.04	0.60	

Fuente: Gladys Torres 2017

Graficas de Probabilidad (Prueba de Kolmogov-Smirnov-Minitab) en datos ambientales (0m)



Fuente: Gladys Torres 2017

ANEXO 3: Cuadros 6. Lista de especies del fitoplancton registradas en áreas costeras frente a Esmeraldas, Manta, La Libertad y Puerto Bolívar, durante el 2013 al 2015.

Taxa	Grupo funcional	Géneros	Especies	Código
Bacillariophyceae	Diatomeas	<i>Asteromphalus</i>	<i>A. brookei</i>	<i>A.broo</i>
	Céntricas		<i>A. heptatis</i>	<i>A.hept</i>
		<i>Bacteriastrum</i>	<i>Bacteriastrum sp.</i>	<i>Bacte</i>
			<i>B. delicatulum</i>	<i>B. deli</i>
			<i>B. hyalinum</i>	<i>B. hyali</i>
		<i>Climacodium</i>	<i>C. biconcavum</i>	<i>C. bico</i>
			<i>C. frauenfeldianum</i>	<i>C. fraue</i>
		<i>Ceratulina</i>	<i>Ceratulina sp.</i>	<i>Cera</i>
		<i>Chaetoceros</i>	<i>C. affinis</i>	<i>C.aff</i>
			<i>C. atlanticus</i>	<i>C.atla</i>
			<i>C. borealis</i>	<i>C. bore</i>
			<i>C. coarctatus</i>	<i>C.coar</i>
			<i>C.compressum</i>	<i>C.comp</i>
			<i>C.curvisetus</i>	<i>C.curv</i>
			<i>C.debilis</i>	<i>C.debi</i>
			<i>C.decipiens</i>	<i>C.deci</i>
			<i>C.dichaeta</i>	<i>C.dich</i>
			<i>C.didymus</i>	<i>C.didy</i>
			<i>C.laevis</i>	<i>C.laev</i>
			<i>C.lorenzianus</i>	<i>C.lore</i>
			<i>C.messanensis</i>	<i>C.mess</i>
			<i>C.peruvianus</i>	<i>C.peru</i>
			<i>C.radican</i>	<i>C.radi</i>
			<i>C.simplex</i>	<i>C.simp</i>
			<i>C.trichoceros</i>	<i>C.tric</i>
			<i>Chaetoceros sp.</i>	<i>Chae</i>
		<i>Coscinodiscus sp.</i>	<i>Coscinodiscus sp.</i>	<i>Cosci</i>
			<i>C.excentricus</i>	<i>C.exce</i>
			<i>C.radiatus</i>	<i>C.radi</i>
			<i>C.concinnus</i>	<i>C.conci</i>
		<i>Corethron</i>	<i>C. criophilum</i>	<i>C.criop</i>
		<i>Cyclotella</i>	<i>Cyclotella sp.</i>	<i>Cyclo</i>
		<i>Dactyliosolen</i>	<i>D. antarticus</i>	<i>D.anta</i>
			<i>D.fragilissimus</i>	<i>D.frag</i>
			<i>D.mediterraneus</i>	<i>D.medi</i>
		<i>Ditylum</i>	<i>D.brightwellii</i>	<i>D.brig</i>
		<i>Eucampia</i>	<i>E.zoodiacus</i>	<i>E.zood</i>
		<i>Guinardia</i>	<i>G.cylindrus</i>	<i>G.cyli</i>
			<i>G.flacida</i>	<i>G.flac</i>
			<i>G.striata</i>	<i>G.str</i>
		<i>Hemidiscus</i>	<i>H.cuneiformis</i>	<i>H.cune</i>
		<i>Hemiaulus</i>	<i>H.sinensis</i>	<i>H.sine</i>

		<i>Lauderia</i>	<i>L.borealis</i>	<i>L.bore</i>
		<i>Leptocylindrus</i>	<i>L.danicus</i>	<i>L.dani</i>
			<i>L.mediterraneus</i>	<i>L.medi</i>
		<i>Lithodesmium</i>	<i>L.undulatum</i>	<i>L.undu</i>
		<i>Odontella</i>	<i>O.alternans</i>	<i>O.alte</i>
			<i>O.aurita</i>	<i>O.auri</i>
			<i>O.mobiliensis</i>	<i>O.mobi</i>
			<i>O.sinensis</i>	<i>O.sine</i>
			<i>O.regia</i>	<i>O.regia</i>
			<i>O.pulchella</i>	<i>O.pulc</i>
			<i>Odontella sp.</i>	<i>Odon</i>
		<i>Paralia</i>	<i>P.mayor</i>	<i>P.mayo</i>
			<i>P.sulcata</i>	<i>P.sulc</i>
		<i>Proboscia</i>	<i>P.alata</i>	<i>P.ala</i>
		<i>Rhizolenia</i>	<i>R.acuminata</i>	<i>R.acum</i>
			<i>R.calcar-avis</i>	<i>R.calc</i>
			<i>R.castracanei</i>	<i>R.cast</i>
			<i>R.fragilissima</i>	<i>R.frag</i>
			<i>R.formosa</i>	<i>R.form</i>
			<i>R.hebetata</i>	<i>R.hebe</i>
			<i>R. hyalina</i>	<i>R. hyal</i>
			<i>R.imbricata</i>	<i>R.imbr</i>
			<i>R.imbricata var. Shrubsolei</i>	<i>R.imb.v</i>
			<i>R.polydactila</i>	<i>R.poly</i>
			<i>R.robusta</i>	<i>R.rob</i>
			<i>R.setigera</i>	<i>R.seti</i>
			<i>R.styliformis</i>	<i>R.styl</i>
			<i>Rhizolenia sp.</i>	<i>Rhizo</i>
		<i>Skeletonema</i>	<i>S. costatum</i>	<i>S.cost</i>
		<i>Stephanopyxis</i>	<i>S.palmeriana</i>	<i>S.palm</i>
			<i>S.turris</i>	<i>S.turris</i>
		<i>Thalassiosira</i>	<i>Thalassiosira sp</i>	<i>Thalas</i>
			<i>Thalassiosira rotula</i>	<i>T.rotu</i>
	Diatomeas	<i>Achnanthes</i>	<i>Achnanthes sp.</i>	<i>Achn</i>
	Pennadas	<i>Amphora</i>	<i>Amphora sp.</i>	<i>Amph</i>
		<i>Asterionella</i>	<i>A.japonica</i>	<i>A.japo</i>
			<i>Asterionella sp.</i>	<i>Aster</i>
		<i>Diploneis</i>	<i>Diploneis sp.</i>	<i>Diplo</i>
			<i>D.bombus</i>	<i>D.bom</i>
			<i>D.smithii</i>	<i>D.smit</i>
		<i>Fragilaria</i>	<i>Fragilaria sp.</i>	<i>Fragi</i>
		<i>Licmophora</i>	<i>Licmophora sp.</i>	<i>Licmo</i>
		<i>Navicula</i>	<i>Navicula sp.</i>	<i>Navi</i>
			<i>N.directa</i>	<i>N.dire</i>

			<i>N.transitrans f. delicatula</i>	<i>N.trans</i>
			<i>N.tuscula</i>	<i>N.tusc</i>
		<i>Nitzschia</i>	<i>Nitzschia sp</i>	<i>Nitzs</i>
			<i>N.angularis</i>	<i>N.angu</i>
			<i>N.bicapitata</i>	<i>N.bica</i>
			<i>N.closterium</i>	<i>N.clos</i>
			<i>N.hungarica</i>	<i>N.hun</i>
			<i>N.longissima</i>	<i>N.long</i>
			<i>N.sicula</i>	<i>N.sicu</i>
		<i>Opephora</i>	<i>O.pacifica</i>	<i>O.paci</i>
			<i>Opephora sp.</i>	<i>Opep</i>
		<i>Pinnularia</i>	<i>Pinnularia sp.</i>	<i>Pinnu</i>
			<i>P.ambigua</i>	<i>P.amb</i>
			<i>P.brevicostata</i>	<i>P.brev</i>
		<i>Pseudoeunotia</i>	<i>P.doliolus</i>	<i>P.doli</i>
		<i>Pseudo-nitzschia</i>	<i>P.curvata</i>	<i>P.curva</i>
			<i>P.delicatissima</i>	<i>P.deli</i>
			<i>P.pungens</i>	<i>P.pung</i>
			<i>P.seriate</i>	<i>P.seri</i>
			<i>Pseudonitzschia sp.</i>	<i>Pseud</i>
		<i>Pleurosigma angulatum</i>	<i>P.angulatum</i>	<i>P.angu</i>
			<i>P.elongatum</i>	<i>P.elon</i>
			<i>P.nicobaricum</i>	<i>P.nico</i>
			<i>Pleurosigma sp.</i>	<i>Pleuro</i>
		<i>Surirella</i>	<i>S.recendens</i>	<i>S.rece</i>
			<i>Surirella sp.</i>	<i>Suri</i>
		<i>Stauroneis</i>	<i>S.membranacea</i>	<i>S.mem</i>
		<i>Thalassiotrix</i>	<i>T.frauenfeldii</i>	<i>T.frau</i>
			<i>T.mediterranea</i>	<i>T.medi</i>
		<i>Thalassionema</i>	<i>T.nitzschioides</i>	<i>T.nitzs</i>
Dinophyceae	Dinoflagelados	<i>Alexandrium</i>	<i>Alexandrium sp.</i>	<i>Alexa</i>
		<i>Amphisolenia</i>	<i>A.bidentata</i>	<i>A.bide</i>
		<i>Amphydinium</i>	<i>Amphydinium sp</i>	<i>Amph</i>
		<i>Blefarocysta</i>	<i>Blefarocysta sp</i>	<i>Blefa</i>
		<i>Ceratium</i>	<i>C.breve</i>	<i>C.brev</i>
			<i>C.candelabrum</i>	<i>C.cand</i>
			<i>C.declinatum</i>	<i>C.decli</i>
			<i>C.deflexum</i>	<i>C.defl</i>
			<i>C.dens</i>	<i>C.dens</i>
			<i>C.furca</i>	<i>C.furca</i>
			<i>C.fusus</i>	<i>C.fusus</i>
			<i>C.hexacanthum</i>	<i>C.hexa</i>
			<i>C.masiliensis</i>	<i>C.masi</i>
			<i>C.trichoceros</i>	<i>C.tricho</i>

			<i>C.tripos</i>	<i>C.tripos</i>
			<i>C.pentagonum</i>	<i>C.penta</i>
			<i>C.teres</i>	<i>C.tere</i>
			<i>C.pulchellum</i>	<i>C.pul</i>
		<i>Ceratocorys</i>	<i>C.horrída</i>	<i>C.horr</i>
		<i>Cochlodinium</i>	<i>Cochlodinium sp.</i>	<i>Cochl</i>
			<i>C.catenatum</i>	<i>C.cate</i>
		<i>Dinophysis</i>	<i>D.acuminata</i>	<i>D.acum</i>
			<i>D.caudata</i>	<i>D.caud</i>
			<i>D.ovum</i>	<i>D.ovum</i>
			<i>Dinophysis sp.</i>	<i>Dinop</i>
			<i>D. rotundata</i>	<i>D. rotu</i>
			<i>D.minor</i>	<i>D.minor</i>
		<i>Gymnodinium sp.</i>	<i>Gymnodinium sp.</i>	<i>Gymn</i>
			<i>G.catenatum</i>	<i>G.cate</i>
		<i>Gyrodinium</i>	<i>Gyrodinium sp.</i>	<i>Gyro</i>
			<i>G.acutum</i>	<i>G.acut</i>
			<i>G.spirale</i>	<i>G.spira</i>
		<i>Gonyaulax</i>	<i>Gonyaulax sp.</i>	<i>Gonya</i>
			<i>G.polygramma</i>	<i>G.poly</i>
			<i>G.spinifera</i>	<i>G.spini</i>
			<i>G.turbynei</i>	<i>G.turb</i>
		<i>Gonodioma</i>	<i>Gonyodioma sp.</i>	<i>Gonyo</i>
		<i>Heterodinium</i>	<i>Heterodinium sp.</i>	<i>Hetero</i>
		<i>Noctiluca</i>	<i>N.santillans</i>	<i>N.santi</i>
		<i>Ornithocercus</i>	<i>O.thumii</i>	<i>O.thum</i>
			<i>O.steinii</i>	<i>O.stein</i>
		<i>Oxytoxum</i>	<i>Oxytoxum sp.</i>	<i>Oxyto</i>
			<i>O.oxytoxoides</i>	<i>O.oxyt</i>
			<i>O.scolopax</i>	<i>O.scolo</i>
			<i>O.sceptrum</i>	<i>O.scep</i>
			<i>O.turbo</i>	<i>O.turbo</i>
		<i>Podolampas</i>	<i>P.bipes</i>	<i>P.bipe</i>
			<i>P.palmipes</i>	<i>P.palmi</i>
			<i>P.spinifer</i>	<i>P.spini</i>
		<i>Prorocentrum</i>	<i>Prorocentrum sp.</i>	<i>Proro</i>
			<i>P.compressum</i>	<i>P.compr</i>
			<i>P.dentatum</i>	<i>P.dent</i>
			<i>P.gracile</i>	<i>P.graci</i>
			<i>P.lima</i>	<i>P.lima</i>
			<i>P.mexicanum</i>	<i>P.mexi</i>
			<i>P.micans</i>	<i>P.mica</i>
			<i>P.scutellum</i>	<i>P.scute</i>
		<i>Pyrophacus</i>	<i>P.steinii</i>	<i>P.stein</i>
			<i>P.hamulus var. semicircularis</i>	<i>P.hamu</i>

			<i>P.lunula</i>	<i>P.lunu</i>
			<i>P.fusifformes</i>	<i>P.fusi</i>
			<i>P.pelagica</i>	<i>P.pela</i>
		<i>Protoperidium</i>	<i>P.brochi</i>	<i>P.broc</i>
			<i>P.crassum</i>	<i>P.cras</i>
			<i>P.depressum</i>	<i>P.depr</i>
			<i>P.crompressum</i>	<i>P.cromp</i>
			<i>P.elegans</i>	<i>P.eleg</i>
			<i>P.oceanicum</i>	<i>P.ocea</i>
			<i>P.pentagonum</i>	<i>P.penta</i>
			<i>P.pedunculatum</i>	<i>P.pedu</i>
			<i>P.quarnerense</i>	<i>P.quar</i>
			<i>P.steinii</i>	<i>P.stein</i>
			<i>P.simulum</i>	<i>P.simu</i>
			<i>Protoperidinium sp.</i>	<i>Protop</i>
		<i>Scripsiella sp</i>	<i>Scripsiella sp.</i>	<i>Scrip</i>
Cyanobacteria	Cianobacteria	<i>Anabaenopsis</i>	<i>Anabaenopsis sp</i>	<i>Anab</i>
		<i>Oscillatoria</i>	<i>Oscillatoria sp</i>	<i>Osci</i>
Euglenophyta	Euglenophyta	<i>Euglena</i>	<i>Euglena sp.</i>	<i>Eugle</i>
Ciliados	Ciliados	<i>Myrionecta</i>	<i>M.rubra</i>	<i>M.rubra</i>
	Tintinnidos	<i>Acanthostonella</i>	<i>Acanthostonella sp.</i>	<i>Acanth</i>
		<i>Amphorellopsis</i>	<i>A.acuta</i>	<i>A.acuta</i>
		<i>Codonellopsis</i>	<i>C.schabi</i>	<i>C.schabi</i>
			<i>Codonellopsis sp.</i>	<i>Codon</i>
		<i>Dictyocysta</i>	<i>D.elegans</i>	<i>D.eleg</i>
		<i>Dictyocha</i>	<i>D.fibula</i>	<i>D.fibula</i>
			<i>D.octonaria</i>	<i>D.octo</i>
			<i>D.polyactis</i>	<i>D.poly</i>
		<i>Epiplocyloides</i>	<i>E.reticulata</i>	<i>E.reti</i>
		<i>Eutintinnus</i>	<i>Eutintinnus sp.</i>	<i>Eutin</i>
		<i>Favella</i>	<i>F.azorica</i>	<i>F.azor</i>
			<i>Favella sp.</i>	<i>Favel</i>
		<i>Helicostomella</i>	<i>H.longa</i>	<i>H.longa</i>
		<i>Rhabdonella</i>	<i>Rhabdonella sp.</i>	<i>Rhab</i>
		<i>Rhabdonellopsis</i>	<i>Rhabdonellopsis sp.</i>	<i>Rhabdo</i>
		<i>Tintinnopsis</i>	<i>Tintinnopsis sp.</i>	<i>Tintin</i>
			<i>T.nana</i>	<i>T.nana</i>
		<i>Salpingella</i>	<i>Salpingella sp.</i>	<i>Salpi</i>
		<i>no identificado</i>	<i>Colonias Vorticelas</i>	<i>Vorti</i>
		<i>no identificado</i>	<i>Flagelados</i>	<i>Flage</i>

F

ANEXO 4: Principales especies (>2%) en Esmeraldas, Manta, La Libertad y Puerto Bolívar por profundidad.

Principales especies del fitoplancton (>2%) en ESMERALDAS (Verde=Diatomeas céntricas; azul=Diatomeas pennadas; Rojo=Dinoflagelados; Morado= otros grupos).																	
0m			10m			20m			30m			40m			50m		
2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015
<i>H.sine</i>	<i>S.cost</i>	<i>D.frag</i>	<i>H.sine</i>	<i>S.cost</i>	<i>G.stri</i>	<i>H.sine</i>	<i>S.cost</i>	<i>G.stri</i>	<i>G.stri</i>	<i>S.cost</i>	<i>D.frag</i>	<i>G.stri</i>	<i>D.frag</i>	<i>D.frag</i>	<i>N.long</i>	<i>S.cost</i>	<i>D.frag</i>
<i>G.stri</i>	<i>N.long</i>	<i>C.curv</i>	<i>G.stri</i>	<i>N.long</i>	<i>C.curv</i>	<i>G.stri</i>	<i>N.long</i>	<i>D.frag</i>	<i>L.dani</i>	<i>N.long</i>	<i>G.stri</i>	<i>C.affi</i>	<i>G.stri</i>	<i>Thalas</i>	<i>G.stri</i>	<i>N.long</i>	<i>N.long</i>
<i>C.affi</i>	<i>C.affi</i>	<i>G.stri</i>	<i>L.dani</i>	<i>C.affi</i>	<i>D.frag</i>	<i>L.dani</i>	<i>Nitzs</i>	<i>N.long</i>	<i>H.sine</i>	<i>Nitzs</i>	<i>Thalas</i>	<i>L.dani</i>	<i>H.sine</i>	<i>N.long</i>	<i>L.dani</i>	<i>C.affi</i>	<i>G.stri</i>
<i>L.dani</i>	<i>L.dani</i>	<i>C.affi</i>	<i>R.imbr</i>	<i>L.dani</i>	<i>L.bore</i>	<i>C.affi</i>	<i>G.stri</i>	<i>C.curv</i>	<i>N.long</i>	<i>T.nitzs</i>	<i>N.long</i>	<i>N.long</i>	<i>S.cost</i>	<i>R.imbr</i>	<i>S.memb</i>	<i>D.frag</i>	<i>Thalas</i>
<i>N.long</i>	<i>G.stri</i>	<i>N.long</i>	<i>N.trans</i>	<i>G.stri</i>	<i>N.long</i>	<i>D.anta</i>	<i>T.nitzs</i>	<i>Nitzs</i>	<i>C.affi</i>	<i>G.stri</i>	<i>C.curv</i>	<i>H.sine</i>	<i>C.affi</i>	<i>Nitzs</i>	<i>Navi</i>	<i>T.nitzs</i>	<i>Nitzs</i>
<i>D.frag</i>	<i>Nitzs</i>	<i>D.brigh</i>	<i>C.affi</i>	<i>D.frag</i>	<i>L.dani</i>	<i>N.long</i>	<i>C.affi</i>	<i>L.dani</i>	<i>D.frag</i>	<i>L.dani</i>	<i>Gymno</i>	<i>D.anta</i>	<i>N.long</i>	<i>C.curv</i>	<i>S.cost</i>	<i>G.stri</i>	<i>C.curv</i>
<i>C.curv</i>	<i>T.nitzs</i>	<i>L.dani</i>	<i>D.anta</i>	<i>Nitzs</i>	<i>D.anta</i>	<i>C.curv</i>	<i>D.frag</i>	<i>C.affi</i>	<i>D.anta</i>	<i>D.frag</i>	<i>Gyro</i>	<i>S.cost</i>	<i>D.anta</i>	<i>G.stri</i>	<i>T.nitzs</i>	<i>Nitzs</i>	<i>R.imbr</i>
<i>R.imbr</i>	<i>D.frag</i>	<i>Nitzs</i>	<i>D.frag</i>	<i>T.nitzs</i>	<i>Nitzs</i>	<i>D.frag</i>	<i>L.dani</i>	<i>R.imbr</i>	<i>P.alata</i>	<i>C.affi</i>	<i>L.dani</i>	<i>D.frag</i>	<i>C.curv</i>	<i>Gymno</i>	<i>Gonya</i>	<i>C.curv</i>	<i>Gyro</i>
<i>S.cost</i>	<i>R.imbr</i>	<i>R.imbr</i>	<i>N.long</i>	<i>R.imbr</i>	<i>C.affi</i>	<i>R.imbr</i>	<i>R.imbr</i>	<i>H.sine</i>	<i>C.curv</i>	<i>R.imbr</i>	<i>Nitzs</i>	<i>R.imbr</i>	<i>R.imbr</i>	<i>S.cost</i>	<i>C.affi</i>	<i>L.dani</i>	<i>Gymno</i>
<i>R.fragi</i>	<i>H.sine</i>	<i>L.bore</i>	<i>P.pung</i>	<i>H.sine</i>	<i>D.brigh</i>	<i>P.pung</i>	<i>Thalas</i>	<i>Gymno</i>	<i>R.imbr</i>	<i>Thalas</i>	<i>C.affi</i>	<i>C.curv</i>	<i>Nitzs</i>	<i>L.dani</i>	<i>D.anta</i>	<i>Thalas</i>	<i>L.dani</i>
<i>P.pung</i>		<i>H.sine</i>	<i>C.curv</i>	<i>P.pung</i>	<i>Thalas</i>	<i>R.fragi</i>	<i>P.alata</i>	<i>T.nitzs</i>	<i>S.cost</i>	<i>L.bore</i>	<i>R.imbr</i>	<i>S.memb</i>	<i>L.dani</i>	<i>T.nitzs</i>	<i>C.exce</i>	<i>P.angu</i>	<i>S.cost</i>
<i>Gymno</i>		<i>S.cost</i>	<i>S.cost</i>	<i>D.anta</i>	<i>R.imbr</i>	<i>P.alata</i>	<i>Gymno</i>	<i>D.brigh</i>	<i>P.pung</i>	<i>H.sine</i>	<i>T.nitzs</i>	<i>T.nitzs</i>	<i>T.nitzs</i>	<i>C.affi</i>	<i>Nitzs</i>	<i>C.exce</i>	<i>C.affi</i>
<i>S.memb</i>			<i>P.alata</i>	<i>P.alata</i>	<i>Chae</i>	<i>S.cost</i>		<i>Thalas</i>		<i>D.anta</i>	<i>C.dichaeta</i>	<i>P.alata</i>	<i>Thalas</i>	<i>Chae</i>	<i>H.sine</i>	<i>Gymno</i>	<i>Chae</i>
<i>P.alata</i>			<i>Gymno</i>		<i>Gymno</i>	<i>S.memb</i>		<i>S.cost</i>		<i>P.pung</i>	<i>P.seri</i>	<i>R.formo</i>	<i>P.alata</i>	<i>H.sine</i>	<i>M.rubr</i>	<i>N.bica</i>	
			<i>R.fragi</i>		<i>Gyro</i>			<i>Gyro</i>			<i>M.rubr</i>	<i>S.palme</i>		<i>P.delic</i>	<i>Cosci</i>	<i>Navi</i>	
			<i>R.acum</i>					<i>L.bore</i>			<i>R.imbr</i>	<i>Navi</i>		<i>D.anta</i>	<i>Thalas</i>	<i>H.sine</i>	
								<i>D.anta</i>			<i>S.cost</i>	<i>N.directa</i>		<i>P.pung</i>	<i>C.curv</i>	<i>R.imbr</i>	
								<i>P.delic</i>			<i>P.delic</i>	<i>R.fragi</i>					

Principales especies del fitoplancton (>2%) en La MANTA (Verde=Diatomeas céntricas; azul=Diatomeas pennadas; Rojo=Dinoflagelados; Morado= otros grupos).																	
0m			10m			20m			30m			40m			50m		
2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015
<i>L.dani</i>	<i>D.frag</i>	<i>D.frag</i>	<i>N.long</i>	<i>G.stri</i>	<i>D.frag</i>	<i>R.imbr</i>	<i>N.long</i>	<i>D.frag</i>	<i>G.stri</i>	<i>Thalas</i>	<i>Thalas</i>	<i>S.cost</i>	<i>N.long</i>	<i>Thalas</i>	<i>S.memb</i>	<i>N.long</i>	<i>D.frag</i>
<i>S.cost</i>	<i>G.stri</i>	<i>G.stri</i>	<i>L.dani</i>	<i>N.long</i>	<i>G.stri</i>	<i>G.stri</i>	<i>L.dani</i>	<i>R.imbr</i>	<i>D.anta</i>	<i>N.long</i>	<i>D.frag</i>	<i>N.long</i>	<i>L.dani</i>	<i>Nitzs</i>	<i>R.imbr</i>	<i>G.stri</i>	<i>N.long</i>
<i>R.imbr</i>	<i>N.long</i>	<i>R.imbr</i>	<i>R.imbr</i>	<i>L.dani</i>	<i>N.long</i>	<i>S.cost</i>	<i>G.stri</i>	<i>L.borea</i>	<i>L.dani</i>	<i>G.stri</i>	<i>R.imbr</i>	<i>L.dani</i>	<i>C.affi</i>	<i>N.long</i>	<i>N.long</i>	<i>Thalas</i>	<i>Thalas</i>
<i>G.stri</i>	<i>Gymno</i>	<i>D.anta</i>	<i>S.cost</i>	<i>D.frag</i>	<i>R.imbr</i>	<i>D.anta</i>	<i>Nitzs</i>	<i>N.long</i>	<i>N.long</i>	<i>R.imbr</i>	<i>L.dani</i>	<i>C.affi</i>	<i>Thalas</i>	<i>D.frag</i>	<i>L.dani</i>	<i>Nitzs</i>	<i>R.imbr</i>
<i>C.affi</i>	<i>R.imbr</i>	<i>L.dani</i>	<i>D.anta</i>	<i>Nitzs</i>	<i>L.dani</i>	<i>N.long</i>	<i>D.frag</i>	<i>G.stri</i>	<i>R.imbr</i>	<i>Nitzs</i>	<i>N.long</i>	<i>S.memb</i>	<i>G.stri</i>	<i>Gyro</i>	<i>G.stri</i>	<i>T.nitzs</i>	<i>Nitzs</i>
<i>N.long</i>	<i>D.anta</i>	<i>N.long</i>	<i>C.affi</i>	<i>R.imbr</i>	<i>L.borea</i>	<i>L.dani</i>	<i>M.rubr</i>	<i>C.affi</i>	<i>C.affi</i>	<i>L.dani</i>	<i>G.stri</i>	<i>G.stri</i>	<i>Nitzs</i>	<i>G.stri</i>	<i>T.nitzs</i>	<i>L.dani</i>	<i>Gyro</i>
<i>Gymno</i>	<i>L.dani</i>	<i>Gymno</i>	<i>G.stri</i>	<i>Gymno</i>	<i>D.anta</i>	<i>C.affi</i>	<i>R.imbr</i>	<i>P.pung</i>	<i>S.cost</i>	<i>D.frag</i>	<i>Nitzs</i>	<i>T.nitzs</i>	<i>S.cost</i>	<i>R.imbr</i>	<i>frauenfeldi</i>	<i>Gymno</i>	<i>T.nitzs</i>
<i>D.anta</i>	<i>Nitzs</i>	<i>H.sine</i>	<i>D.frag</i>	<i>D.anta</i>	<i>Nitzs</i>	<i>D.frag</i>	<i>Thalas</i>	<i>Thalas</i>	<i>D.frag</i>	<i>M.rubr</i>	<i>D.anta</i>	<i>R.imbr</i>	<i>T.nitzs</i>	<i>P.delic</i>	<i>C.affi</i>	<i>R.imbr</i>	<i>Gymno</i>
<i>D.frag</i>	<i>C.affi</i>	<i>Thalas</i>	<i>P.pung</i>	<i>C.affi</i>	<i>G.acutu</i>	<i>H.sine</i>	<i>Gymno</i>	<i>C.curv</i>	<i>P.pung</i>	<i>Gymno</i>	<i>P.pung</i>	<i>H.sine</i>	<i>D.frag</i>	<i>C.curv</i>	<i>Nitzs</i>	<i>Gyro</i>	<i>P.delic</i>
<i>H.sine</i>	<i>Thalas</i>		<i>H.sine</i>	<i>H.sine</i>	<i>H.sine</i>	<i>P.alat</i>	<i>D.anta</i>	<i>G.acutu</i>	<i>L.borea</i>	<i>P.alata</i>	<i>C.affi</i>	<i>D.anta</i>	<i>D.anta</i>	<i>T.nitzs</i>	<i>C.radi</i>	<i>D.frag</i>	<i>M.rubr</i>
<i>P.alat</i>	<i>Protop</i>		<i>N.clost</i>	<i>S.memb</i>		<i>S.memb</i>	<i>C.affi</i>	<i>Nitzs</i>	<i>P.alata</i>	<i>C.affi</i>	<i>Gyro</i>	<i>Nitzs</i>	<i>Gymno</i>	<i>M.rubr</i>	<i>Navi</i>	<i>M.rubr</i>	<i>G.stri</i>
<i>Protop</i>	<i>P.alat</i>		<i>T.nitzs</i>	<i>Thalas</i>		<i>Gymno</i>	<i>S.memb</i>	<i>P.delic</i>	<i>Nitzs</i>	<i>N.bica</i>	<i>Gymno</i>	<i>D.frag</i>	<i>N.bica</i>	<i>Chaet</i>	<i>D.anta</i>	<i>Navi</i>	<i>L.dani</i>
	<i>M.rubr</i>		<i>Nitzs</i>	<i>P.alat</i>		<i>Nitzs</i>		<i>Gymno</i>	<i>S.memb</i>	<i>D.anta</i>	<i>P.seri</i>	<i>P.alat</i>	<i>H.sine</i>	<i>N.bica</i>	<i>P.pung</i>	<i>P.angu</i>	<i>Cosci</i>
				<i>M.rubr</i>		<i>P.pung</i>		<i>L.dani</i>	<i>Thalas</i>		<i>Navi</i>	<i>M.rubr</i>	<i>R.imbr</i>	<i>D.fibu</i>	<i>D.frag</i>	<i>C.affi</i>	<i>C.affi</i>
				<i>Gyro</i>				<i>D.anta</i>			<i>P.delic</i>	<i>Gymno</i>		<i>Gymno</i>	<i>Gonya</i>	<i>C.atlan</i>	<i>H.sine</i>
								<i>Gyro</i>			<i>L.borea</i>			<i>S.cost</i>	<i>H.sine</i>		<i>S.palm</i>
														<i>P.seri</i>			<i>S.cost</i>
														<i>P.alat</i>			
														<i>G.acutu</i>			

Principales especies del fitoplancton (>2%) en LA LIBERTAD (Verde=Diatomeas céntricas; azul=Diatomeas pennadas; Rojo=Dinoflagelados; Morado= otros grupos).																	
0m			10m			20m			30m			40m			50m		
2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015
<i>R.imbr</i>	<i>D.frag</i>	<i>D.frag</i>	<i>R.imbr</i>	<i>Nitzs</i>	<i>G.stri</i>	<i>R.imbr</i>	<i>Thalas</i>	<i>G.stri</i>	<i>R.imbr</i>	<i>D.frag</i>	<i>N.long</i>	<i>R.imbr</i>	<i>G.stri</i>	<i>Thalas</i>	<i>R.imbr</i>	<i>S.cost</i>	<i>Thalas</i>
<i>D.anta</i>	<i>S.cost</i>	<i>G.stri</i>	<i>D.anta</i>	<i>D.frag</i>	<i>N.long</i>	<i>D.anta</i>	<i>D.frag</i>	<i>N.long</i>	<i>N.long</i>	<i>N.long</i>	<i>Nitzs</i>	<i>N.long</i>	<i>L.dani</i>	<i>N.long</i>	<i>C.curv</i>	<i>D.frag</i>	<i>Gyro</i>
<i>G.stri</i>	<i>R.imbr</i>	<i>N.long</i>	<i>G.stri</i>	<i>R.imbr</i>	<i>D.frag</i>	<i>N.long</i>	<i>Nitzs</i>	<i>D.frag</i>	<i>Nitzs</i>	<i>Nitzs</i>	<i>G.stri</i>	<i>Gymno</i>	<i>N.long</i>	<i>C.curv</i>	<i>C.affi</i>	<i>C.exce</i>	<i>C.curv</i>
<i>D.frag</i>	<i>Nitzs</i>	<i>P.pung</i>	<i>N.long</i>	<i>Thalas</i>	<i>Nitzs</i>	<i>Nitzs</i>	<i>G.stri</i>	<i>L.dani</i>	<i>D.anta</i>	<i>G.stri</i>	<i>Thalas</i>	<i>T.nitzs</i>	<i>D.frag</i>	<i>Nitzs</i>	<i>Gymno</i>	<i>C.affi</i>	<i>Nitzs</i>
<i>N.long</i>	<i>L.dani</i>	<i>Nitzs</i>	<i>L.dani</i>	<i>N.long</i>	<i>P.pung</i>	<i>G.stri</i>	<i>N.long</i>	<i>P.pung</i>	<i>Navi</i>	<i>L.dani</i>	<i>D.frag</i>	<i>Nitzs</i>	<i>Thalas</i>	<i>Gyro</i>	<i>N.long</i>	<i>Nitzs</i>	<i>Gymno</i>
<i>L.dani</i>	<i>N.long</i>	<i>L.dani</i>	<i>C.affi</i>	<i>L.dani</i>	<i>L.dani</i>	<i>H.sine</i>	<i>S.cost</i>	<i>Nitzs</i>	<i>G.stri</i>	<i>Thalas</i>	<i>P.pung</i>	<i>D.anta</i>	<i>S.cost</i>	<i>D.frag</i>	<i>G.stri</i>	<i>N.long</i>	<i>D.frag</i>
<i>Nitzs</i>	<i>G.stri</i>	<i>Cochlo</i>	<i>H.sine</i>	<i>G.stri</i>	<i>H.sine</i>	<i>L.dani</i>	<i>N.bica</i>	<i>S.cost</i>	<i>T.nitzs</i>	<i>S.membr</i>	<i>S.cost</i>	<i>G.stri</i>	<i>Nitzs</i>	<i>D.anta</i>	<i>D.anta</i>	<i>Thalas</i>	<i>G.stri</i>
<i>Gymno</i>	<i>Thalas</i>	<i>R.seti</i>	<i>D.frag</i>	<i>Gymno</i>	<i>L.bore</i>	<i>T.nitzs</i>	<i>R.imbr</i>	<i>Thalas</i>	<i>Thalas</i>	<i>R.imbr</i>	<i>R.imbr</i>	<i>S.palm</i>	<i>H.sine</i>	<i>Gymno</i>	<i>T.nitzs</i>	<i>G.stri</i>	<i>N.long</i>
<i>H.sine</i>	<i>C.affi</i>		<i>Nitzs</i>	<i>C.affi</i>	<i>Thalas</i>	<i>Thalas</i>	<i>L.dani</i>	<i>R.seti</i>	<i>Gymno</i>	<i>H.sine</i>	<i>C.affi</i>	<i>S.membr</i>	<i>L.bore</i>	<i>C.affi</i>	<i>Navi</i>	<i>Navi</i>	<i>M.rubr</i>
<i>P.alata</i>				<i>D.anta</i>	<i>C.affi</i>	<i>P.pung</i>	<i>D.anta</i>	<i>H.sine</i>	<i>H.sine</i>	<i>S.cost</i>	<i>L.bore</i>	<i>L.dani</i>	<i>P.pung</i>	<i>L.medi</i>	<i>Gonya</i>	<i>L.dani</i>	<i>P.alata</i>
<i>P.mica</i>				<i>M.rubr</i>	<i>R.imbr</i>	<i>Gymno</i>	<i>M.rubr</i>	<i>C.affi</i>	<i>C.affi</i>	<i>C.affi</i>	<i>Gyro</i>	<i>Thalas</i>	<i>D.anta</i>	<i>M.rubr</i>			<i>L.medi</i>
<i>C.affi</i>						<i>C.affi</i>	<i>C.affi</i>	<i>P.alata</i>	<i>L.dani</i>	<i>P.pung</i>	<i>Gymno</i>		<i>C.affi</i>	<i>P.alata</i>			<i>N.bica</i>
						<i>D.frag</i>	<i>N.dire</i>	<i>Gyro</i>	<i>N.dire</i>	<i>Gymno</i>	<i>L.dani</i>		<i>T.nitzs</i>	<i>L.dani</i>			<i>P.deli</i>
							<i>P.alata</i>				<i>H.sine</i>		<i>Navi</i>	<i>G.stri</i>			<i>D.anta</i>
											<i>P.alata</i>			<i>T.nitzs</i>			<i>R.imbr</i>
											<i>C.curv</i>			<i>Bacter</i>			<i>Navi</i>
														<i>R.imbr</i>			<i>P.seri</i>
														<i>S.cost</i>			

Principales especies del fitoplancton (>2%) en PUERTO BOLÍVAR (Verde=Diatomeas céntricas; azul=Diatomeas pennadas; Rojo=Dinoflagelados; Morado= otros)																	
0m			10m			20m			30m			40m			50m		
2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015
<i>G.stri</i>	<i>S.cost</i>	<i>S.cost</i>	<i>S.cost</i>	<i>N.long</i>	<i>S.cost</i>	<i>G.stri</i>	<i>Thalas</i>	<i>S.cost</i>	<i>S.cost</i>	<i>S.cost</i>	<i>S.cost</i>	<i>S.cost</i>	<i>C.affi</i>	<i>Thalas</i>	<i>S.cost</i>	<i>S.cost</i>	<i>S.cost</i>
<i>S.cost</i>	<i>N.long</i>	<i>C.curv</i>	<i>G.stri</i>	<i>Nitzs</i>	<i>Thalas</i>	<i>S.cost</i>	<i>N.long</i>	<i>Thalas</i>	<i>D.anta</i>	<i>G.stri</i>	<i>Thalas</i>	<i>D.anta</i>	<i>S.cost</i>	<i>S.cost</i>	<i>Thalas</i>	<i>N.long</i>	<i>Thalas</i>
<i>P.pung</i>	<i>L.dani</i>	<i>D.brigh</i>	<i>N.long</i>	<i>R.calca</i>	<i>G.stri</i>	<i>D.anta</i>	<i>L.dani</i>	<i>G.cate</i>	<i>N.long</i>	<i>N.long</i>	<i>Nitzs</i>	<i>L.dani</i>	<i>N.long</i>	<i>N.long</i>	<i>Nitzs</i>	<i>C.affi</i>	<i>N.long</i>
<i>H.sine</i>	<i>R.calca</i>	<i>C.didy</i>	<i>H.sine</i>	<i>C.affi</i>	<i>T.fraue</i>	<i>H.sine</i>	<i>L.bore</i>	<i>S.memb</i>	<i>P.pung</i>	<i>L.bore</i>	<i>N.long</i>	<i>R.imbr</i>	<i>P.pung</i>	<i>C.curv</i>	<i>N.long</i>	<i>D.frag</i>	<i>T.nitzs</i>
<i>C.affi</i>	<i>Nitzs</i>	<i>L.dani</i>	<i>L.dani</i>	<i>L.bore</i>	<i>L.bore</i>	<i>N.long</i>	<i>G.stri</i>	<i>E.zood</i>	<i>G.stri</i>	<i>L.dani</i>	<i>Navi</i>	<i>N.long</i>	<i>Nitzs</i>	<i>T.nitzs</i>	<i>Navi</i>	<i>Thalas</i>	<i>Gymno</i>
<i>N.long</i>	<i>L.bore</i>	<i>P.alata</i>	<i>C.affi</i>	<i>Thalas</i>	<i>L.dani</i>	<i>P.pung</i>	<i>Nitzs</i>	<i>C.curv</i>	<i>H.sine</i>	<i>C.affi</i>	<i>P.pung</i>	<i>G.stri</i>	<i>L.bore</i>	<i>Nitzs</i>	<i>P.pung</i>	<i>Nitzs</i>	<i>Nitzs</i>
<i>L.dani</i>	<i>R.imbr</i>	<i>S.palm</i>	<i>P.pung</i>	<i>D.anta</i>	<i>C.curv</i>	<i>C.affi</i>	<i>R.imbr</i>	<i>Nitzs</i>	<i>C.affi</i>	<i>P.alata</i>	<i>Gymno</i>	<i>C.affi</i>	<i>P.seri</i>	<i>G.stri</i>	<i>Gymno</i>	<i>C.exce</i>	<i>Navi</i>
<i>C.curv</i>	<i>G.stri</i>	<i>R.imbr</i>	<i>Oxyto</i>	<i>G.stri</i>	<i>N.long</i>	<i>Oxyto</i>	<i>D.anta</i>	<i>L.bore</i>	<i>Thalas</i>	<i>Nitzs</i>	<i>N.dire</i>	<i>P.pung</i>	<i>R.imbr</i>	<i>P.alata</i>	<i>N.dire</i>	<i>N.dire</i>	<i>C.curv</i>
<i>D.anta</i>	<i>D.frag</i>	<i>L.undu</i>	<i>Gymno</i>	<i>R.imbr</i>	<i>P.pung</i>	<i>T.nitzs</i>	<i>S.cost</i>	<i>N.long</i>	<i>Nitzs</i>	<i>D.frag</i>	<i>T.nitzs</i>	<i>S.memb</i>	<i>Thalas</i>	<i>C.affi</i>	<i>T.nitzs</i>	<i>Gymno</i>	<i>Gyro</i>
<i>D.frag</i>	<i>C.affi</i>	<i>P.pung</i>		<i>L.dani</i>	<i>C.affi</i>	<i>P.alata</i>		<i>M.rubr</i>	<i>R.imbr</i>	<i>C.curv</i>	<i>M.rubr</i>	<i>C.curv</i>	<i>R.calca</i>	<i>Navi</i>	<i>M.rubr</i>	<i>Pinnu</i>	<i>G.stri</i>
<i>M.rubr</i>	<i>D.anta</i>	<i>G.stri</i>		<i>S.cost</i>	<i>R.seti</i>	<i>C.curv</i>		<i>Gymno</i>	<i>Oxyto</i>	<i>Thalas</i>	<i>Gyro</i>		<i>Gymno</i>	<i>Gyro</i>	<i>Gyro</i>	<i>P.sulca</i>	<i>D.frag</i>
<i>Gymno</i>	<i>P.alata</i>	<i>T.fraue</i>		<i>D.frag</i>	<i>D.frag</i>	<i>D.frag</i>		<i>L.dani</i>	<i>D.frag</i>	<i>M.rubr</i>	<i>P.delic</i>		<i>D.anta</i>		<i>P.delic</i>	<i>N.bica</i>	<i>P.delic</i>
	<i>Gymno</i>	<i>T.nitzs</i>		<i>P.alata</i>	<i>D.brigh</i>	<i>Nitzs</i>		<i>Navi</i>	<i>C.curv</i>	<i>Gymno</i>	<i>T.fraue</i>		<i>T.nitzs</i>		<i>T.fraue</i>	<i>M.rubr</i>	<i>M.rubr</i>
	<i>P.pung</i>	<i>D.frag</i>		<i>M.rubr</i>	<i>R.imbr</i>			<i>N.dire</i>	<i>S.memb</i>	<i>P.alata</i>			<i>S.palme</i>			<i>Coscin</i>	<i>P.pung</i>
	<i>Thalas</i>			<i>C.curv</i>	<i>T.nitzs</i>			<i>C.affi</i>		<i>Coscin</i>			<i>M.rubr</i>			<i>R.imbr</i>	<i>G.cate</i>
	<i>C.curv</i>			<i>Gymno</i>				<i>Gyro</i>		<i>R.imbr</i>			<i>C.curv</i>			<i>P.angu</i>	
	<i>M.rubr</i>									<i>T.nitzs</i>						<i>D.anta</i>	
										<i>Gyro</i>						<i>G.stri</i>	
																<i>Gyro</i>	

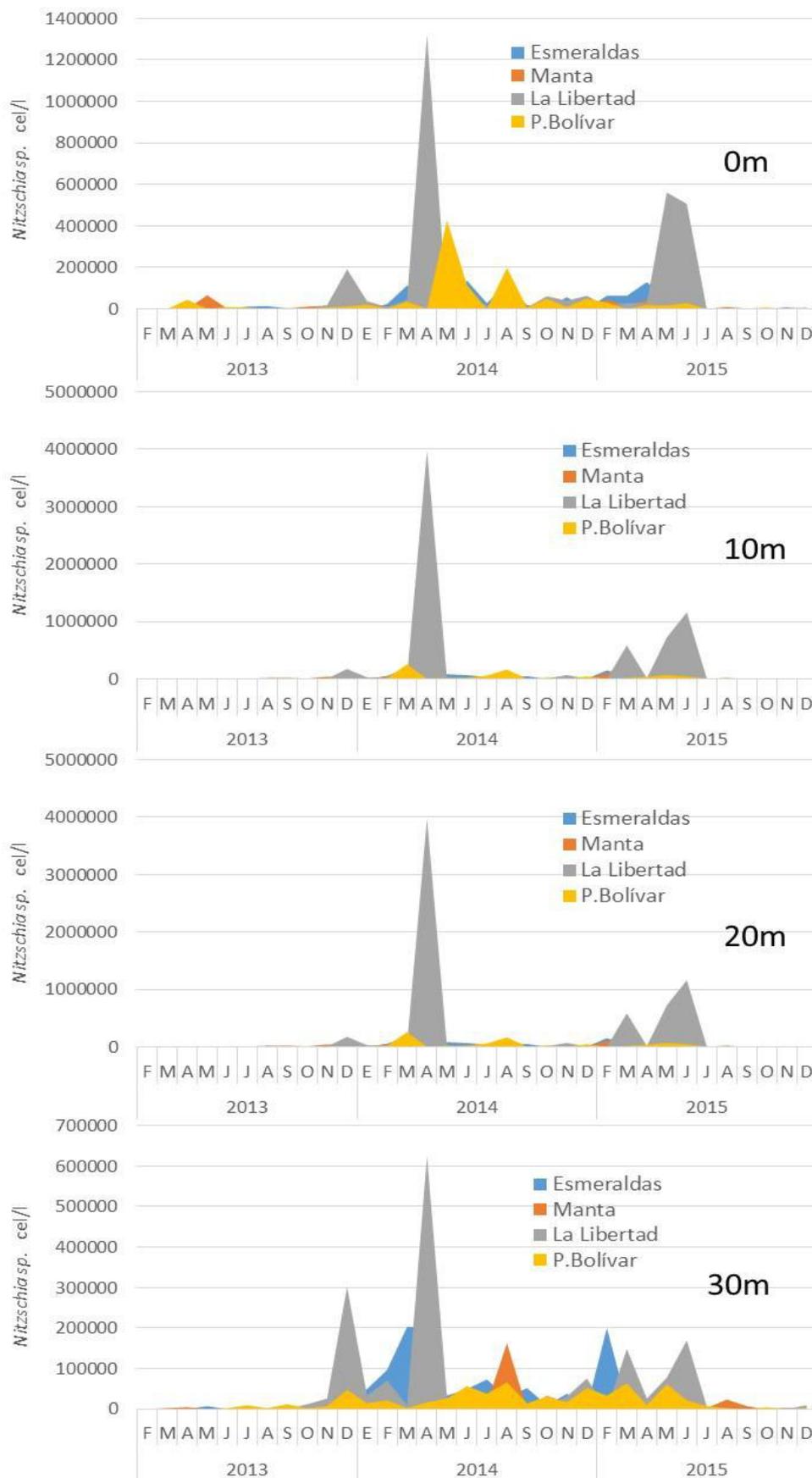
ANEXO 5: Principales especies (>3%) en Esmeraldas, Manta, La Libertad y Puerto Bolívar, por épocas estacionales.

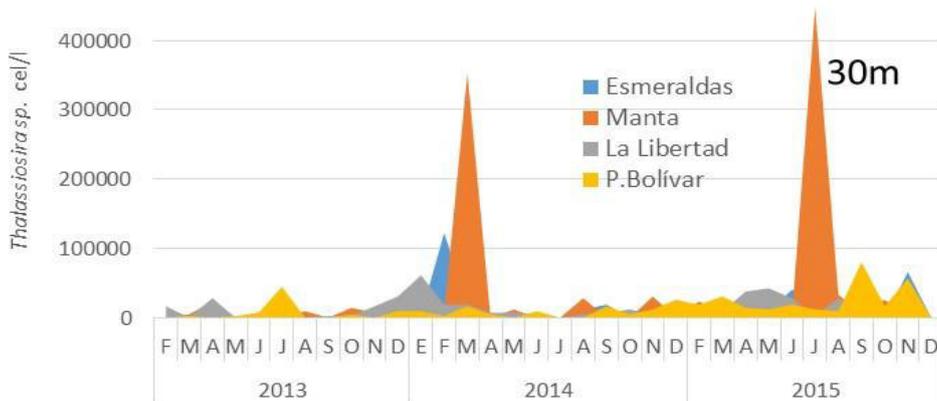
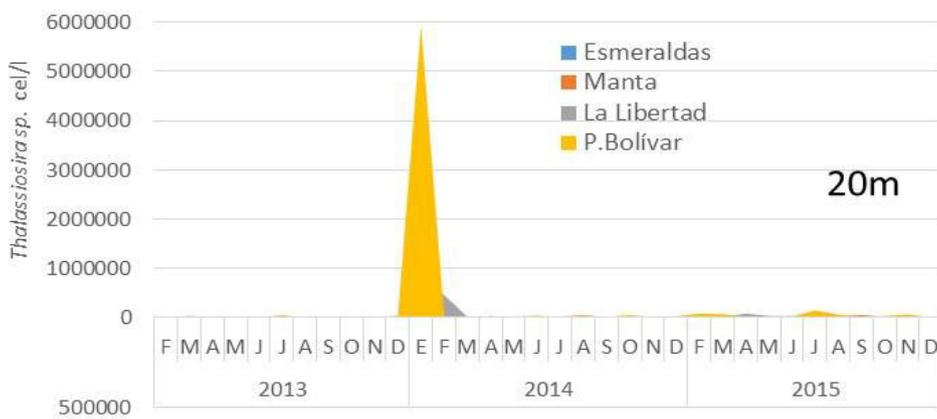
Principales especies (>3%) por época estacional (Epoca Húmeda=EH; seca=ES) en 4 sitios a 0m de profundidad											
ESMERALDAS						MANTA					
2013		2014		2015		2013		2014		2015	
EH	ES	EH	ES	EH	ES	EH	ES	EH	ES	EH	ES
<i>N.long</i>	<i>H.sine</i>	<i>N.long</i>	<i>S.cost</i>	<i>D.frag</i>	<i>Thalass</i>	<i>N.long</i>	<i>S.cost</i>	<i>D.frag</i>	<i>G.stri</i>	<i>G.stri</i>	<i>D.frag</i>
<i>L.dani</i>	<i>G.stri</i>	<i>S.cost</i>	<i>C.affi</i>	<i>C.curv</i>	<i>N.long</i>	<i>C.affi</i>	<i>L.dani</i>	<i>N.long</i>	<i>N.long</i>	<i>L.dani</i>	<i>G.stri</i>
<i>D.frag</i>	<i>C.affi</i>	<i>T.nitzs</i>	<i>N.long</i>	<i>G.stri</i>	<i>G.stri</i>	<i>L.dani</i>	<i>R.imbr</i>	<i>G.stri</i>	<i>R.imbr</i>	<i>N.long</i>	<i>R.imbr</i>
<i>G.stri</i>	<i>C.curv</i>	<i>Nitzsc</i>	<i>L.dani</i>	<i>C.affi</i>	<i>S.cost</i>	<i>D.frag</i>	<i>G.stri</i>	<i>R.imbr</i>	<i>D.anta</i>	<i>R.imbr</i>	<i>D.anta</i>
<i>P.pung</i>	<i>R.imbr</i>	<i>Gymno</i>	<i>G.stri</i>	<i>N.long</i>	<i>C.curv</i>	<i>G.stri</i>	<i>C.affi</i>	<i>D.anta</i>	<i>L.dani</i>	<i>D.frag</i>	<i>L.dani</i>
<i>Oxytox</i>	<i>D.frag</i>		<i>Nitzsc</i>	<i>D.brigh</i>	<i>Nitzsc</i>	<i>Gymno</i>	<i>D.anta</i>	<i>Nitzsc</i>	<i>Thalass</i>	<i>H.sine</i>	
<i>S.memb</i>	<i>L.dani</i>		<i>D.frag</i>	<i>L.dani</i>	<i>C.affi</i>	<i>C.didy</i>	<i>D.frag</i>	<i>Gymno</i>	<i>C.affi</i>	<i>C.affi</i>	
<i>D.anta</i>	<i>S.cost</i>		<i>R.imbr</i>	<i>R.imbr</i>	<i>D.frag</i>	<i>N.clost</i>	<i>N.long</i>	<i>L.dani</i>	<i>Nitzsc</i>	<i>Thalass</i>	
	<i>R.fragi</i>		<i>H.sine</i>	<i>L.borea</i>	<i>H.sine</i>	<i>R.acum</i>	<i>P.alata</i>	<i>Protop</i>	<i>D.frag</i>	<i>H.longa</i>	
	<i>P.pung</i>			<i>Nitzsc</i>	<i>D.anta</i>	<i>S.memb</i>		<i>P.alata</i>	<i>Gymno</i>	<i>Nitzsc</i>	
					<i>P.delic</i>						
					<i>L.dani</i>						
					<i>R.imbr</i>						
LA LIBERTAD						PUERTO BOLÍVAR					
2013		2014		2015		2013		2014		2015	
EH	ES	EH	ES	EH	ES	EH	ES	EH	ES	EH	ES
<i>D.frag</i>	<i>R.imbr</i>	<i>D.frag</i>	<i>S.cost</i>	<i>D.frag</i>	<i>G.stri</i>	<i>S.cost</i>	<i>G.stri</i>	<i>Gymno</i>	<i>S.cost</i>	<i>C.curv</i>	<i>S.cost</i>
<i>N.long</i>	<i>D.anta</i>	<i>R.imbr</i>	<i>R.imbr.v</i>	<i>Cochlod</i>	<i>N.long</i>	<i>C.affi</i>	<i>H.sine</i>	<i>M.rubr</i>	<i>N.long</i>	<i>C.didy</i>	<i>D.brigh</i>
<i>G.stri</i>	<i>G.stri</i>	<i>Nitzsc</i>	<i>N.long</i>	<i>G.stri</i>	<i>P.pung</i>	<i>P.pung</i>	<i>P.pung</i>	<i>G.stri</i>	<i>R.calca</i>	<i>S.cost</i>	<i>C.curv</i>
<i>Nitzsc</i>	<i>L.dani</i>	<i>L.dani</i>	<i>D.frag</i>		<i>Nitzsc</i>	<i>G.stri</i>	<i>D.anta</i>	<i>D.frag</i>	<i>L.dani</i>	<i>P.alata</i>	<i>L.dani</i>
<i>P.mica</i>	<i>N.long</i>	<i>G.stri</i>	<i>R.imbr</i>		<i>D.frag</i>	<i>N.long</i>	<i>L.dani</i>	<i>N.long</i>	<i>L.borea</i>	<i>S.palm</i>	<i>T.fraue</i>
<i>L.dani</i>	<i>D.frag</i>		<i>Thalass</i>		<i>R.seti</i>	<i>C.curv</i>	<i>D.frag</i>	<i>L.dani</i>	<i>Nitzsc</i>	<i>L.dani</i>	
<i>Gymno</i>			<i>Nitzsc</i>				<i>N.long</i>	<i>R.imbr</i>	<i>R.imbr</i>	<i>L.undu</i>	
<i>G.turbo</i>			<i>G.stri</i>				<i>M.rubr</i>	<i>Nitzsc</i>	<i>G.stri</i>	<i>R.imbr</i>	
								<i>C.affi</i>	<i>D.frag</i>	<i>P.pung</i>	
								<i>Thalass</i>	<i>P.alata</i>	<i>T.nitzs</i>	
								<i>Protop</i>	<i>P.pung</i>		
									<i>C.affi</i>		
									<i>D.anta</i>		

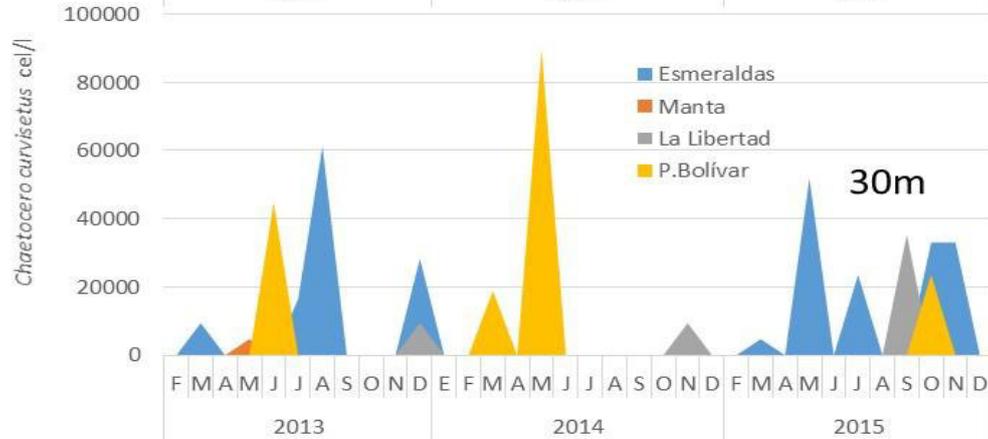
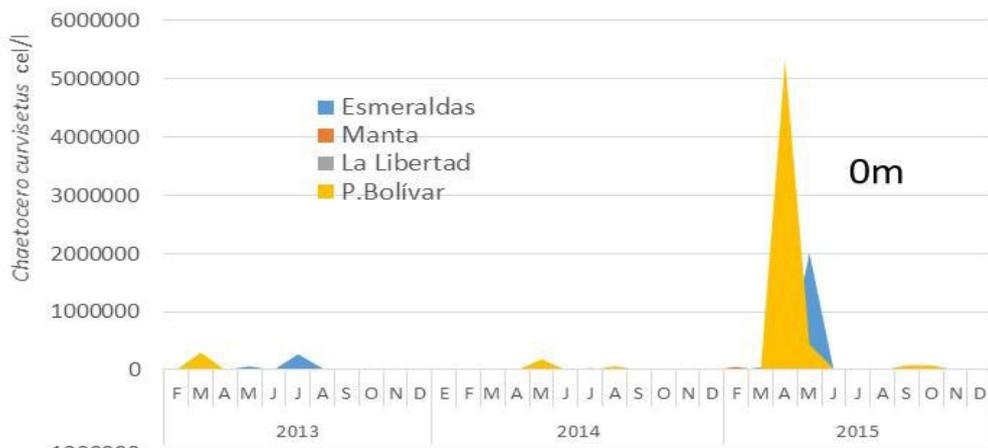
Principales especies (>3%) por epoca estacional (Epoca Húmeda=EH; seca=ES) en 4 sitios a 10m de profundidad											
ESMERALDAS						MANTA					
2013		2014		2015		2013		2014		2015	
EH	ES	EH	ES	EH	ES	EH	ES	EH	ES	EH	ES
<i>Navi</i>	<i>H.sine</i>	<i>S.cost</i>	<i>S.cost</i>	<i>G.stri</i>	<i>N.long</i>	<i>N.long</i>	<i>R.imbr</i>	<i>G.stri</i>	<i>N.long</i>	<i>N.long</i>	<i>D.frag</i>
<i>L.dani</i>	<i>G.stri</i>	<i>N.long</i>	<i>C.affi</i>	<i>C.curv</i>	<i>D.frag</i>	<i>L.dani</i>	<i>L.dani</i>	<i>D.frag</i>	<i>L.dani</i>	<i>G.stri</i>	<i>G.stri</i>
<i>N.long</i>	<i>C.affi</i>	<i>Nitzs</i>	<i>L.dani</i>	<i>D.frag</i>	<i>Thalass</i>	<i>C.affi</i>	<i>S.cost</i>	<i>L.dani</i>	<i>G.stri</i>	<i>L.borea</i>	<i>R.imbr</i>
<i>R.imbr</i>	<i>R.imbr</i>	<i>T.nitzs</i>	<i>G.stri</i>	<i>L.borea</i>	<i>Gymno</i>	<i>N.clost</i>	<i>D.anta</i>	<i>R.imbr</i>	<i>Nitzs</i>	<i>D.frag</i>	<i>L.dani</i>
<i>P.pung</i>	<i>D.frag</i>	<i>L.dani</i>	<i>D.frag</i>	<i>L.dani</i>	<i>G.stri</i>	<i>P.pung</i>	<i>G.stri</i>	<i>D.anta</i>	<i>R.imbr</i>	<i>G.cyli</i>	
<i>R.acum</i>	<i>D.anta</i>	<i>D.frag</i>	<i>N.long</i>	<i>N.long</i>	<i>L.dani</i>	<i>G.stri</i>	<i>C.affi</i>	<i>Nitzs</i>	<i>Gymno</i>	<i>R.imbr</i>	
<i>D.anta</i>	<i>L.dani</i>	<i>Gymno</i>	<i>Nitzs</i>	<i>D.anta</i>	<i>C.curv</i>		<i>D.frag</i>	<i>N.long</i>	<i>D.frag</i>	<i>Nitzs</i>	
<i>G.stri</i>	<i>C.curv</i>		<i>R.imbr</i>	<i>D.brigh</i>	<i>C.affi</i>		<i>N.long</i>	<i>C.affi</i>	<i>H.sine</i>	<i>D.anta</i>	
<i>N.clost</i>	<i>S.cost</i>			<i>Nitzs</i>	<i>S.cost</i>		<i>Gymno</i>	<i>H.sine</i>	<i>C.affi</i>	<i>H.sine</i>	
<i>Gymno</i>	<i>Gymno</i>			<i>C.affi</i>	<i>P.delic</i>			<i>Gymno</i>	<i>P.alata</i>	<i>L.dani</i>	
				<i>Chae</i>	<i>Gyro</i>			<i>M.rubr</i>	<i>Thalass</i>	<i>P.pung</i>	
					<i>Nitzs</i>				<i>S.memb</i>	<i>C.affi</i>	
					<i>H.sine</i>						
LA LIBERTAD						PUERTO BOLÍVAR					
2013		2014		2015		2013		2014		2015	
EH	ES	EH	ES	EH	ES	EH	ES	EH	ES	EH	ES
<i>N.long</i>	<i>R.imbr</i>	<i>Nitzs</i>	<i>N.long</i>	<i>D.frag</i>	<i>G.stri</i>	<i>S.cost</i>	<i>G.stri</i>	<i>Nitzs</i>	<i>N.long</i>	<i>G.stri</i>	<i>S.cost</i>
<i>G.stri</i>	<i>D.anta</i>	<i>D.frag</i>	<i>R.imbr.v</i>	<i>N.long</i>	<i>N.long</i>	<i>N.long</i>	<i>H.sine</i>	<i>G.stri</i>	<i>R.calca</i>	<i>S.cost</i>	<i>T.fraue</i>
<i>Nitzs</i>	<i>G.stri</i>	<i>Thalass</i>	<i>D.frag</i>	<i>Nitzs</i>	<i>Nitzs</i>	<i>G.stri</i>	<i>N.long</i>	<i>C.affi</i>	<i>S.cost</i>	<i>L.borea</i>	<i>Thalass</i>
<i>D.frag</i>	<i>N.long</i>	<i>R.imbr</i>	<i>R.imbr</i>	<i>L.dani</i>	<i>P.pung</i>	<i>C.affi</i>	<i>Gymno</i>	<i>Thalass</i>	<i>D.anta</i>	<i>Thalass</i>	<i>C.curv</i>
<i>L.dani</i>	<i>L.dani</i>	<i>L.dani</i>	<i>M.rubr</i>	<i>G.stri</i>	<i>H.sine</i>	<i>Oxytox</i>	<i>L.dani</i>	<i>D.frag</i>	<i>L.borea</i>	<i>L.dani</i>	<i>G.stri</i>
<i>Gonya</i>	<i>C.affi</i>	<i>G.stri</i>	<i>Nitzs</i>	<i>D.anta</i>	<i>D.frag</i>	<i>L.dani</i>	<i>P.pung</i>	<i>L.dani</i>	<i>R.imbr</i>	<i>P.pung</i>	<i>N.long</i>
	<i>H.sine</i>		<i>G.stri</i>	<i>P.pung</i>	<i>L.dani</i>	<i>P.pung</i>	<i>P.alata</i>	<i>N.long</i>	<i>Nitzs</i>	<i>N.long</i>	<i>R.seti</i>
			<i>L.dani</i>		<i>L.borea</i>		<i>D.anta</i>	<i>L.borea</i>	<i>C.affi</i>	<i>R.imbr</i>	
			<i>D.anta</i>					<i>R.imbr</i>	<i>L.dani</i>	<i>C.affi</i>	
			<i>H.sine</i>					<i>D.anta</i>	<i>Thalass</i>		
								<i>M.rubr</i>	<i>P.alata</i>		
								<i>Gymno</i>	<i>C.curv</i>		
								<i>Spalm</i>	<i>G.stri</i>		
								<i>P.pung</i>	<i>D.frag</i>		
								<i>Ccoart</i>			

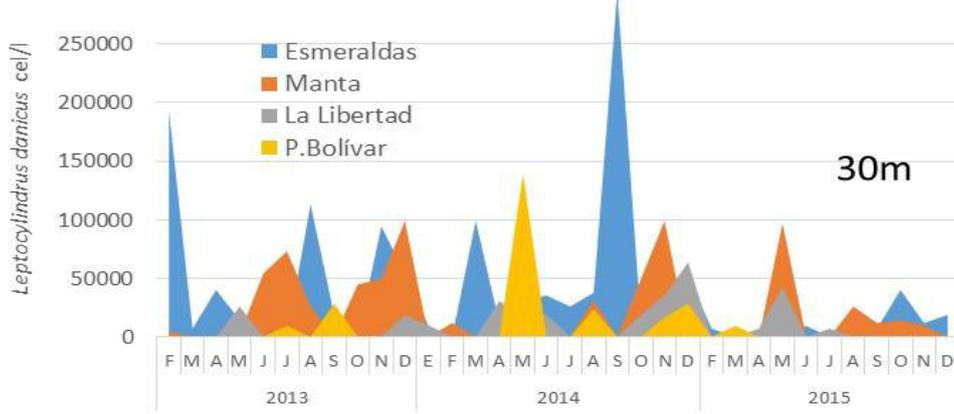
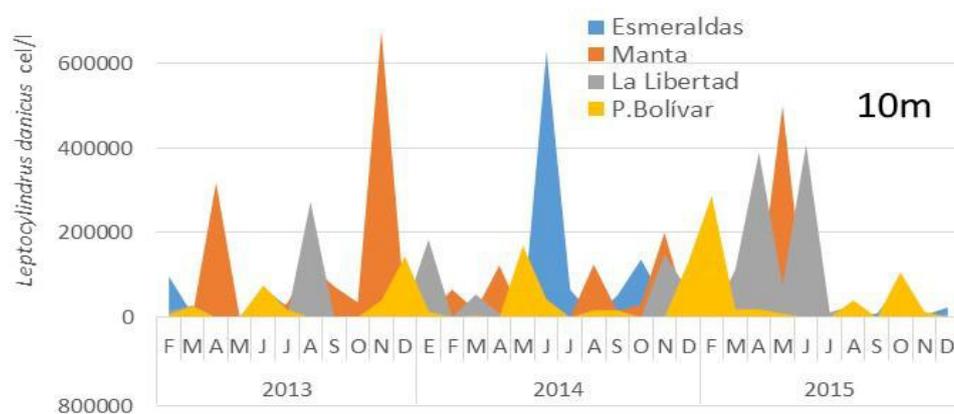
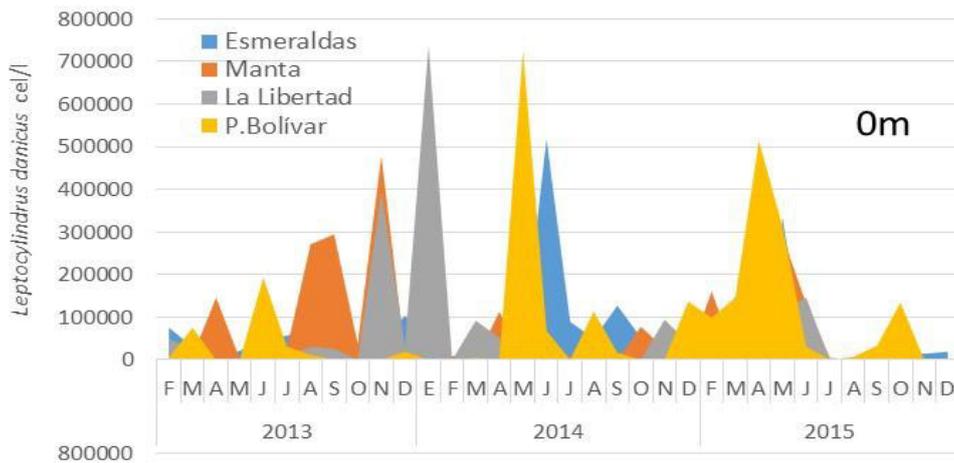
Principales especies (>3%) por epoca estacional (Epoca Húmeda=EH; seca=ES) en 4 sitios a 50m de profundidad											
ESMERALDAS						MANTA					
2013		2014		2015		2013		2014		2015	
EH	ES	EH	ES	EH	ES	EH	ES	EH	ES	EH	ES
<i>N.long</i>	<i>G.stri</i>	<i>S.cost</i>	<i>S.cost</i>	<i>D.frag</i>	<i>Thalass</i>	<i>S.memb</i>	<i>R.imbr</i>	<i>Thalass</i>	<i>N.long</i>	<i>N.long</i>	<i>D.frag</i>
<i>L.dani</i>	<i>N.long</i>	<i>N.long</i>	<i>C.affi</i>	<i>N.long</i>	<i>C.curv</i>	<i>C.affi</i>	<i>N.long</i>	<i>L.dani</i>	<i>G.stri</i>	<i>Nitzs</i>	<i>R.imbr</i>
<i>S.memb</i>	<i>L.dani</i>	<i>C.affi</i>	<i>D.frag</i>	<i>G.stri</i>	<i>S.cost</i>	<i>T.nitzs</i>	<i>G.stri</i>	<i>Nitzs</i>	<i>Nitzs</i>	<i>T.nitzs</i>	<i>Thalass</i>
<i>Thalass</i>	<i>S.cost</i>	<i>C.curv</i>	<i>G.stri</i>	<i>Gyro</i>	<i>Nitzs</i>	<i>N.long</i>	<i>L.dani</i>	<i>G.stri</i>	<i>T.nitzs</i>	<i>Thalass</i>	<i>N.long</i>
<i>Coscino</i>	<i>Gymno</i>	<i>Nitzs</i>	<i>L.dani</i>	<i>R.imbr</i>	<i>N.long</i>	<i>C.radia</i>	<i>T.fraue</i>	<i>T.nitzs</i>	<i>Thalass</i>	<i>Gyro</i>	<i>Gyro</i>
<i>Navi</i>	<i>Navi</i>	<i>T.nitzs</i>	<i>N.long</i>	<i>Nitzs</i>	<i>L.dani</i>	<i>P.pung</i>	<i>T.nitzs</i>	<i>Gymno</i>	<i>R.imbr</i>	<i>D.frag</i>	<i>Nitzs</i>
<i>Nitzs</i>	<i>C.affi</i>	<i>Thalass</i>	<i>P.angu</i>	<i>Thalass</i>	<i>Gymno</i>	<i>L.dani</i>	<i>D.anta</i>	<i>N.long</i>	<i>Gymno</i>	<i>S.palme</i>	<i>L.dani</i>
<i>T.nitzs</i>	<i>D.anta</i>	<i>N.bica</i>	<i>T.nitzs</i>	<i>C.curv</i>	<i>D.frag</i>		<i>Nitzs</i>	<i>M.rubr</i>	<i>Gyro</i>	<i>Coscino</i>	<i>Gymno</i>
<i>Gonyau</i>	<i>T.nitzs</i>		<i>Nitzs</i>		<i>R.imbr</i>		<i>D.frag</i>	<i>D.frag</i>	<i>C.atlan</i>	<i>S.cost</i>	<i>P.delic</i>
<i>M.rubr</i>	<i>Gonyau</i>		<i>C.excen</i>		<i>G.stri</i>		<i>Gonyau</i>	<i>S.palme</i>	<i>D.frag</i>	<i>P.delic</i>	<i>G.stri</i>
	<i>H.sine</i>				<i>Chaet</i>			<i>Gyro</i>	<i>L.dani</i>	<i>Gymno</i>	<i>M.rubr</i>
	<i>C.excen</i>				<i>C.affi</i>			<i>Navi</i>	<i>P.angu</i>	<i>Navi</i>	<i>C.affi</i>
								<i>D.octon</i>		<i>M.rubr</i>	<i>H.sine</i>
LA LIBERTAD						PUERTO BOLÍVAR					
2013		2014		2015		2013		2014		2015	
EH	ES	EH	ES	EH	ES	EH	ES	EH	ES	EH	ES
<i>C.curv</i>	<i>G.stri</i>	<i>D.frag</i>	<i>S.cost</i>	<i>Gyro</i>	<i>Thalass</i>	<i>S.cost</i>	<i>R.imbr</i>	<i>C.affi</i>	<i>N.long</i>	<i>S.cost</i>	<i>D.frag</i>
<i>C.affi</i>	<i>N.long</i>	<i>C.affi</i>	<i>C.affi</i>	<i>Nitzs</i>	<i>C.curv</i>	<i>Nitzs</i>	<i>N.long</i>	<i>D.frag</i>	<i>G.stri</i>	<i>N.long</i>	<i>R.imbr</i>
<i>Gonyau</i>	<i>L.dani</i>	<i>Nitzs</i>	<i>D.frag</i>	<i>D.frag</i>	<i>S.cost</i>	<i>Navi</i>	<i>G.stri</i>	<i>Thalass</i>	<i>Nitzs</i>	<i>Thalass</i>	<i>Thalass</i>
<i>L.dani</i>	<i>S.cost</i>	<i>G.stri</i>	<i>G.stri</i>	<i>Thalass</i>	<i>Nitzs</i>	<i>N.long</i>	<i>L.dani</i>	<i>N.long</i>	<i>T.nitzs</i>	<i>T.nitzs</i>	<i>N.long</i>
<i>N.long</i>	<i>Gymno</i>	<i>Navi</i>	<i>L.dani</i>	<i>L.dani</i>	<i>N.long</i>	<i>Gymno</i>	<i>T.fraue</i>	<i>N.bica</i>	<i>Thalass</i>	<i>G.stri</i>	<i>Gyro</i>
<i>T.nitzs</i>	<i>Navi</i>	<i>L.dani</i>	<i>N.long</i>	<i>G.stri</i>	<i>L.dani</i>	<i>M.rubr</i>	<i>T.nitzs</i>	<i>Nitzs</i>	<i>R.imbr</i>	<i>Gymno</i>	<i>Nitzs</i>
<i>D.octon</i>	<i>C.affi</i>	<i>Thalass</i>	<i>P.angu</i>	<i>N.long</i>	<i>Gymno</i>	<i>D.ovum</i>	<i>D.anta</i>	<i>Gymno</i>	<i>Gymno</i>	<i>Nitzs</i>	<i>L.dani</i>
<i>M.rubr</i>	<i>D.anta</i>	<i>N.long</i>	<i>T.nitzs</i>	<i>D.anta</i>	<i>D.frag</i>		<i>Nitzs</i>	<i>G.stri</i>	<i>Gyro</i>	<i>Navi</i>	<i>Gymno</i>
	<i>T.nitzs</i>	<i>T.nitzs</i>	<i>Nitzs</i>	<i>P.alata</i>	<i>R.imbr</i>		<i>D.frag</i>	<i>N.direc</i>	<i>C.atlantic</i>	<i>P.pung</i>	<i>P.delic</i>
	<i>Gonyau</i>	<i>Gymno</i>	<i>C.excen</i>	<i>N.direc</i>	<i>G.stri</i>		<i>Gonyau</i>	<i>C.curv</i>	<i>D.frag</i>	<i>Gyro</i>	<i>G.stri</i>
	<i>H.sine</i>			<i>N.bica</i>	<i>Chaet</i>			<i>Pinnu</i>	<i>L.dani</i>	<i>M.rubr</i>	<i>M.rubr</i>
	<i>C.excen</i>			<i>P.nicob</i>	<i>C.affi</i>			<i>M.rubr</i>	<i>P.angu</i>		<i>C.affi</i>
				<i>M.rubr</i>				<i>L.borea</i>			<i>H.sine</i>
								<i>Gyro</i>			

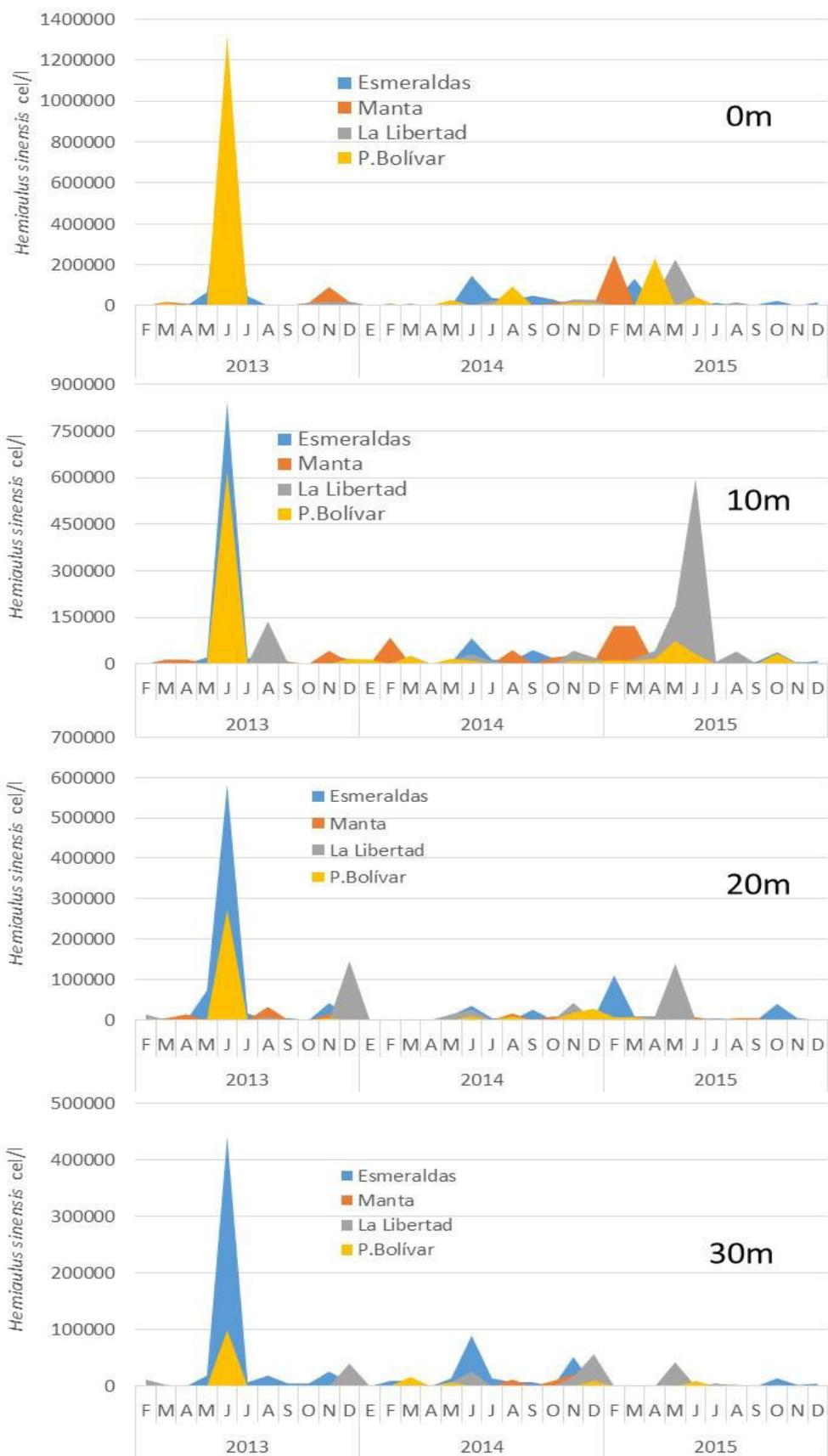
ANEXO 6: Principales especies abundantes en 4 sitios (0, 10, 20, 30m)

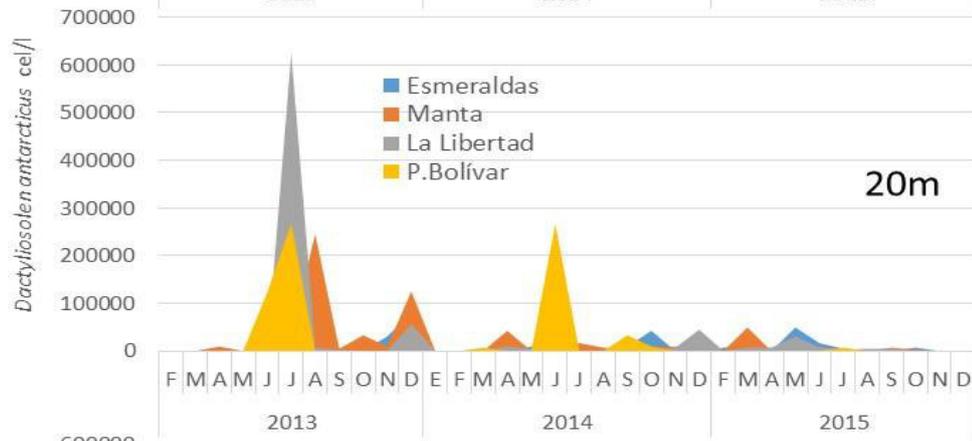
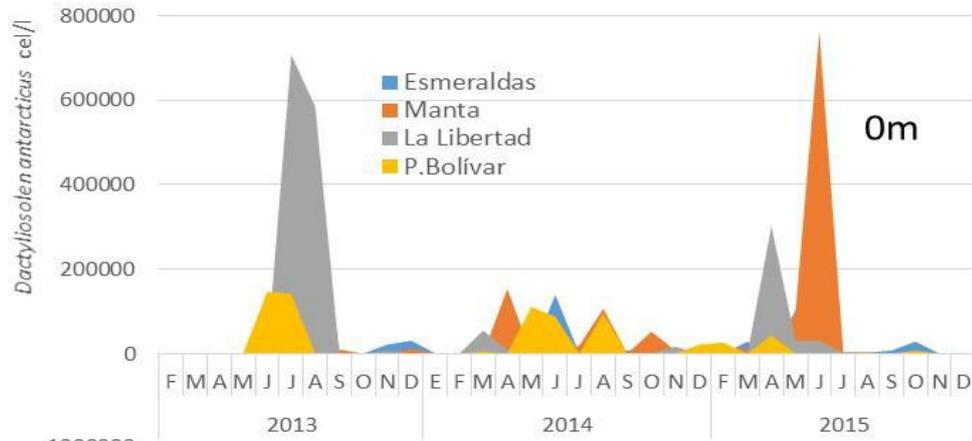


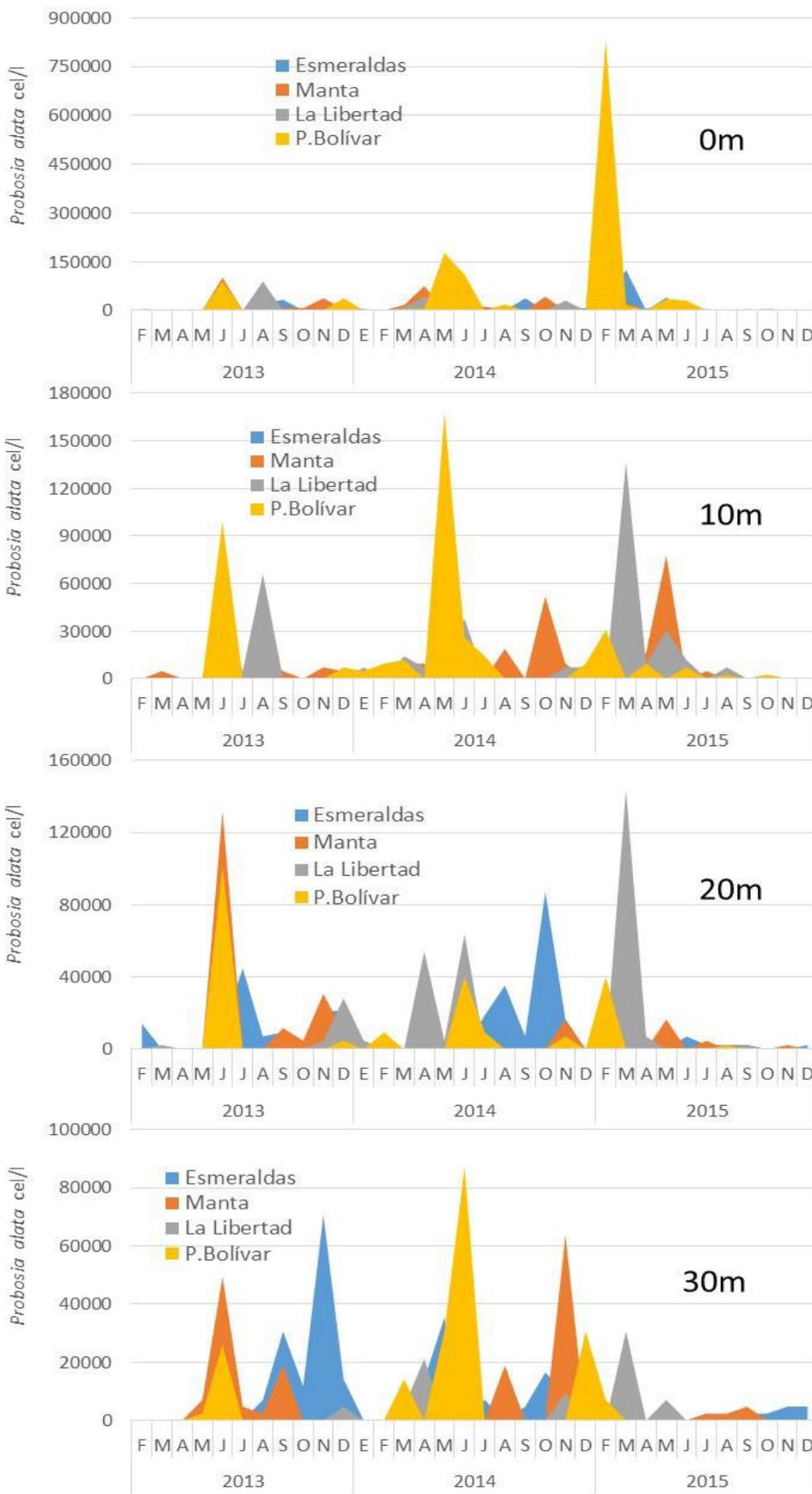




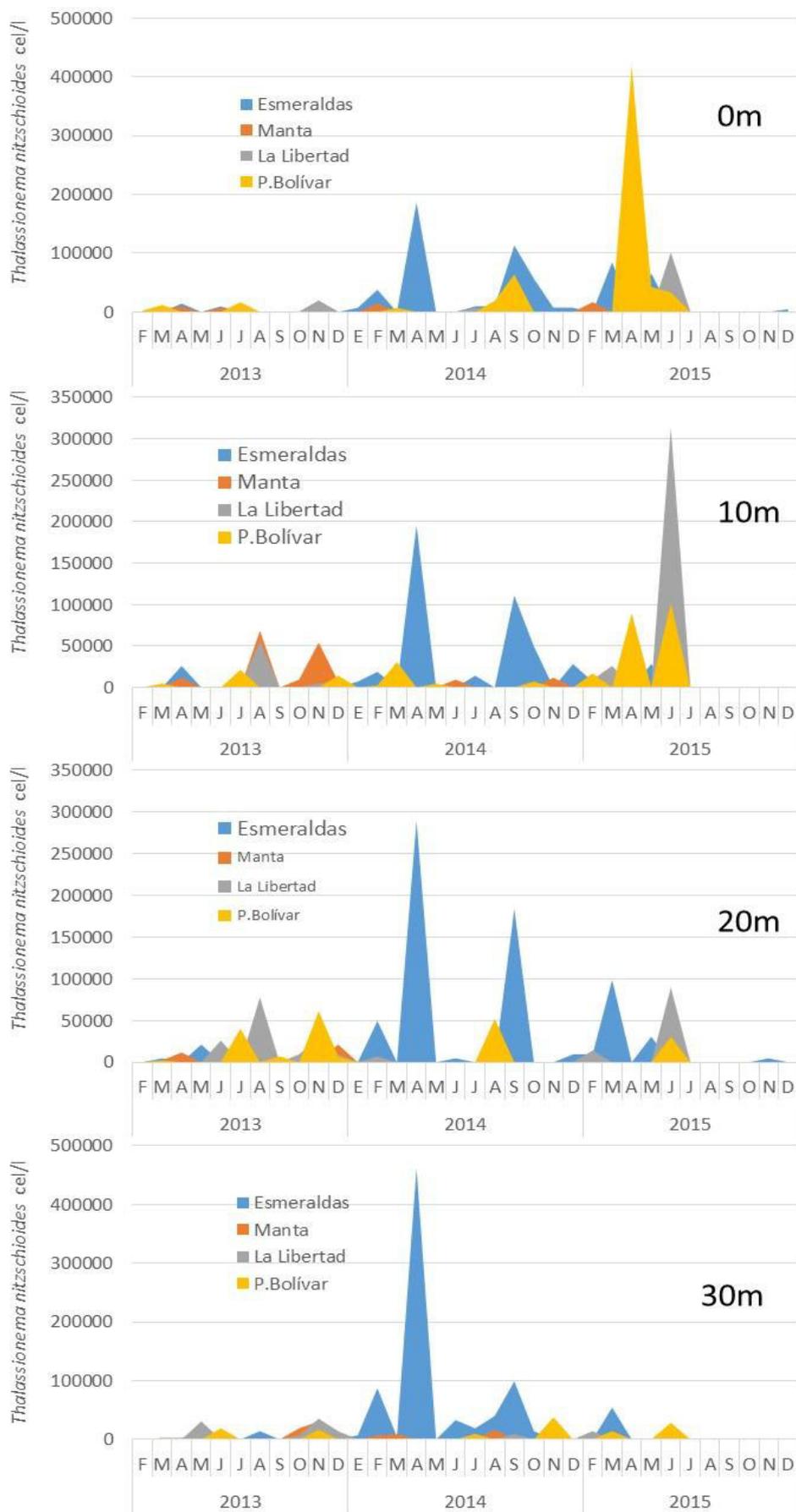


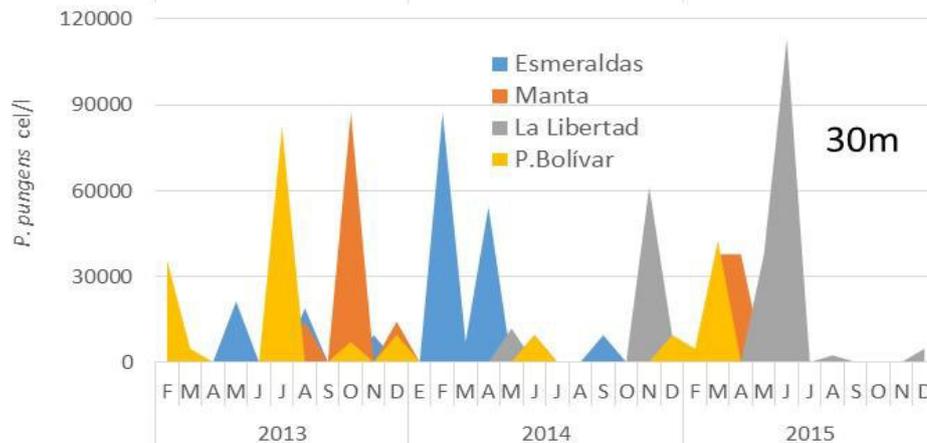


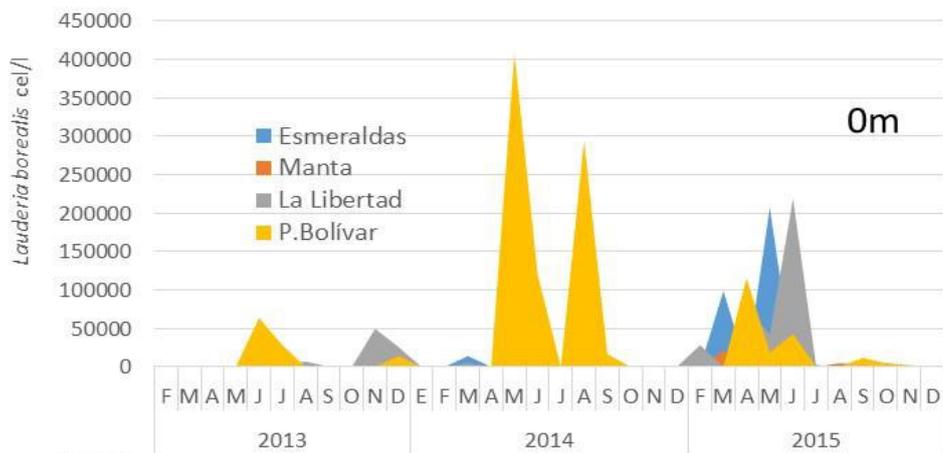












ANEXO 7: Correlaciones Spearman en variables ambientales y biológicas de Esmeraldas en tres profundidades; los números sombreados tienen correlación.

	Tem	Sali	Oxi	Nitra	Fos	Sil	Nitri	Index	Even	Tfíto	Tdino	Tdcer	Tdper	Totro	Tcha	Tnit	Tgym	Tpro	Tmru	Dfrag	Gstri	Scost	Nlong	Rimb	Ldani	Nitzz	Thals				
Tem	1																														
Sali	-0.134	1																													
Oxi	0.126	-0.095	1																												
Nitra	-0.499	0.309	0.047	1																											
Fos	-0.228	0.276	0.213	0.721	1																										
Sil	-0.371	0.235	0.042	0.605	0.604	1																									
Nitri	-0.228	0.287	-0.008	0.644	0.429	0.519	1																								
Index	0.08	-0.428	-0.031	-0.33	-0.369	-0.488	-0.3	1																							
Even	0.045	-0.452	-0.02	-0.289	-0.307	-0.378	-0.268	0.843	1																						
Tfíto	0.161	0.215	0.161	-0.054	0.048	0.037	0.052	-0.269	-0.573	1																					
Tdino	0.196	0.192	0.019	-0.169	0.038	0.034	0.013	0.119	0.088	-0.109	1																				
Tdcer	0.183	0.134	0.186	-0.106	-0.018	-0.078	0.029	-0.177	-0.448	0.969	-0.164	1																			
Tdper	-0.029	0.367	-0.04	0.17	0.246	0.362	0.025	-0.40	-0.543	0.476	0.101	0.245	1																		
Totro	0.135	0.191	-0.114	-0.142	-0.107	0.044	0.005	-0.083	-0.216	0.373	0.342	0.319	0.301	1																	
Tcha	0.242	0.153	0.25	-0.158	-0.019	-0.167	-0.061	-0.058	-0.27	0.844	-0.115	0.884	0.077	0.321	1																
Tnit	0.058	0.358	-0.014	0.053	0.185	0.294	0.015	-0.465	-0.549	0.467	0.114	0.242	0.978	0.284	0.088	1															
Tgym	0.174	0.075	-0.086	-0.105	-0.162	-0.212	-0.013	0.237	0.189	-0.158	0.789	-0.193	0.004	0.22	-0.147	0.037	1														
Tpro	0.077	0.066	0.204	0.006	0.063	-0.229	-0.208	0.032	0.085	-0.09	0.234	0.079	-0.048	-0.15	-0.143	-0.012	-0.03	1													
Tmru	-0.012	0.126	-0.147	-0.042	0.067	0.021	-0.085	-0.055	-0.118	0.125	0.197	0.029	0.286	0.666	-0.058	0.288	0.129	0.112	1												
Dfrag	0.097	0.114	-0.123	-0.067	0.096	-0.002	0.129	-0.466	-0.546	0.343	0.134	0.278	0.517	0.289	0.212	0.586	-0.055	0.086	0.375	1											
Gstri	0.014	0.272	0.115	0.133	-0.086	-0.029	0.055	-0.121	-0.471	0.801	-0.11	0.791	0.38	0.221	0.627	0.309	-0.145	0.212	0.013	0.547	1										
Scost	0.002	0.015	0.069	0.017	0.385	0.374	-0.004	-0.572	-0.704	0.647	0.199	0.53	0.513	0.37	0.276	0.49	-0.025	-0.082	0.035	0.026	0.036	1									
Nlong	-0.09	0.347	-0.027	0.009	0.151	0.286	-0.036	-0.479	-0.526	0.373	0.139	0.144	0.952	0.311	0.006	0.979	0.071	-0.159	0.286	0.627	0.178	0.45	1								
Rimb	-0.24	-0.012	-0.009	0.297	0.203	0.1	0.14	-0.034	-0.141	0.184	-0.334	0.18	0.124	-0.149	-0.058	0.008	-0.272	0.74	0.047	0.107	0.546	-0.057	-0.118	1							
Ldani	0.268	-0.188	0.262	-0.178	0.006	-0.114	-0.161	0.015	-0.218	0.813	-0.183	0.808	0.309	0.107	0.758	0.349	-0.206	-0.12	-0.066	0.225	0.456	0.473	0.17	-0.034	1						
Nitzz	-0.017	0.312	-0.058	0.185	0.22	0.22	0.097	-0.309	-0.438	0.472	0.144	0.371	0.533	0.129	0.244	0.56	0.067	0.294	0.254	0.344	0.521	0.214	0.384	0.188	0.342	1					
Thalsp	0.21	0.162	0.023	-0.085	-0.198	-0.282	-0.099	0.152	-0.014	0.017	0.093	0.067	0.056	0.14	0.025	0.104	0.207	-0.042	-0.044	-0.029	0.16	-0.349	0.129	-0.05	-0.123	0.216	1				

0-10m

	Tem	Sali	Oxi	Nitra	Fos	Sil	Nitri	Index	Even	Tfíto	Tdino	Tdcer	Tdper	Totro	Tcha	Tnit	Tgym	Tpro	Tmru	Dfrag	Gstri	Scost	Nlong	Rimb	Ldani	Nitzz	Thals				
Tem	1																														
Sali	-0.683	1																													
Oxi	0.645	-0.46	1																												
Nitra	-0.752	0.557	-0.563	1																											
Fos	-0.695	0.452	-0.231	0.628	1																										
Sil	-0.62	0.382	-0.234	0.528	0.695	1																									
Nitri	-0.471	0.451	-0.331	0.452	0.557	0.405	1																								
Index	0.134	-0.229	-0.04	-0.07	-0.336	-0.342	-0.174	1																							
Even	0.141	-0.453	-0.02	-0.134	-0.262	-0.283	-0.22	0.755	1																						
Tfíto	-0.161	0.199	-0.012	0.1	0.097	0.193	-0.007	-0.125	-0.569	1																					
Tdino	0.254	-0.091	0.308	-0.247	-0.17	0.107	-0.245	0.088	0.027	0.023	1																				
Tdcer	-0.104	0.344	0.076	0.068	-0.027	0.098	-0.021	-0.05	-0.53	0.929	-0.062	1																			
Tdper	-0.216	0.387	-0.139	0.137	0.11	0.241	0.028	-0.208	-0.492	0.889	0.063	0.66	1																		
Totro	0.161	0.249	-0.018	-0.128	-0.069	-0.04	0.053	-0.161	-0.222	0.03	0.093	0.053	-0.048	1																	
Tcha	0.156	-0.008	0.071	0.038	0.003	-0.296	0.195	0.337	-0.129	0.45	-0.125	0.425	0.337	0.009	1																
Tnit	-0.201	0.413	-0.091	0.105	0.099	0.225	0.046	-0.226	-0.509	0.883	0.106	0.66	0.986	0.042	0.328	1															
Tgym	0.232	0.091	0.484	-0.217	-0.065	0.132	-0.269	0.048	0.076	-0.018	0.72	-0.063	-0.004	0.065	-0.158	0.04	1														
Tpro	0.505	0.026	-0.042	-0.122	-0.221	-0.256	-0.018	0.197	0.5	-0.674	-0.185	-0.678	-0.252	0.108	-0.43	-0.225	-0.125	1													
Tmru	0.011	0.248	0.02	-0.057	-0.001	-0.019	-0.046	-0.405	-0.553	0.096	0.02	0.204	-0.059	0.962	0.138	-0.025	0.02	0.033	1												
Dfrag	0.05	0.244	0.167	-0.101	-0.013	-0.076	0.115	-0.542	-0.682	0.257	0.282	0.321	-0.067	0.585	0.225	-0.028	-0.253	-0.817	0.794	1											
Gstri	-0.26	0.417	0.014	0.021	-0.066	0.027	-0.13	-0.008	-0.45	0.776	-0.002	0.743	0.603	-0.04	0.222	0.652	0.074	-0.743	0.514	0.217	1										
Scost	-0.037	0.194	-0.005	0.089	0.187	0.378	0.022	-0.53	-0.656	0.84	0.253	0.607	0.936	-0.093	0.274	0.922	0.074	-0.448	-0.13	-0.086	-0.105	1									
Nlong	-0.141	0.356	-0.067	0.123	0.128	0.23	0.067	-0.321	-0.521	0.847	0.032	0.614	0.965	-0.093	0.24	0.966	-0.004	0.058	-0.085	-0.13	0.646	0.964	1								
Rimb	-0.005	0.443	0.002	-0.151	-0.267	-0.107	-0.167	0.166	-0.292	0.695	-0.037	0.648	0.535	0.099	0.377	0.545	-0.272	-0.203	0.225	0.29	0.56	-0.066	0.392	1							
Ldani	0.006	-0.109	0.255	-0.156	-0.077	0.105	-0.257	0.188	-0.06	0.676	0.03	0.729	0.268	-0.169	0.142	0.231	0.113	-0.773	-0.254	0.063	0.432	0.683	0.057	0.148	1						
Nitzz	-0.312	0.445	-0.195	-0.029	0.011	0.382	-0.026	-0.206	-0.449	0.704	0.509	0.556	0.747	-0.255	0.043	0.788	0.185	-0.68	-0.253	0.344	0.521	0.214	0.384	<							

Correlaciones de Spearman: Manta

	Tem	Sali	Oxi	Nitra	Fos	Sil	Nitri	Index	Even	Tfito	Tdinc	Tdcer	Tdpe	Totro	Tchae	Tnitz	Tgym	Tproo	Tmru	Dfrag	Gstri	Scost	Nlong	Rimb	Ldani	Nitzs	Thals
Tem	1																										
Sali	0.106	1																									
Oxi	-0.248	-0.113	1																								
Nitra	-0.061	0.136	-0.401	1																							
Fos	-0.184	0.036	0.125	0.375	1																						
Sil	-0.232	0.121	0.013	0.153	0.466	1																					
Nitri	-0.037	0.038	-0.088	0.258	0.203	0.032	1																				
Index	-0.138	-0.21	-0.103	-0.029	-0.139	0.062	-0.143	1																			
Even	0.178	-0.423	-0.129	-0.026	-0.248	-0.237	-0.028	0.625	1																		
Tfito	-0.105	0.503	0.063	0.059	0.079	0.19	0.067	-0.418	-0.77	1																	
Tdinc	0.156	0.28	-0.132	0.037	0.054	0.123	-0.019	0.16	-0.01	0.089	1																
Tdcer	-0.077	0.478	0.05	0.06	0.03	0.092	0.075	-0.44	-0.737	0.988	0.037	1															
Tdpe	-0.256	0.215	0.144	0.026	0.361	0.625	0.147	-0.006	-0.425	0.345	0.211	0.198	1														
Totro	0.113	0.11	-0.093	0.025	-0.094	0.369	-0.136	0.076	-0.064	0.13	0.035	0.081	0.159	1													
Tchae	-0.294	0.114	0.186	-0.084	0.141	0.521	-0.009	-0.081	-0.321	0.22	0.17	0.137	0.563	0.211	1												
Tnitz	-0.229	0.221	0.137	0.034	0.371	0.617	0.155	-0.006	-0.392	0.319	0.22	0.172	0.994	0.128	0.504	1											
Tgym	0.217	0.19	-0.469	0.209	0.122	0.136	0.116	0.179	0.097	0.028	0.684	-0.006	0.074	0.17	0.013	0.088	1										
Tproo	0.351	0.063	0.217	-0.248	-0.225	-0.22	0.135	0.044	0.14	-0.13	0.421	-0.137	-0.041	-0.129	-0.028	-0.042	7E-04	1									
Tmru	0.329	0.209	-0.226	0.069	0.121	0.344	-0.071	-0.043	-0.074	0.068	0.146	0.026	0.126	0.754	-0.176	0.128	0.215	0.21	1								
Dfrag	0.1	0.469	-0.03	0.135	-0.02	-0.108	0.062	-0.489	-0.603	0.898	0.174	0.921	0.046	-0.046	-0.067	0.05	0.084	-0.078	-0.048	1							
Gstri	0.105	0.57	0.033	0.142	-0.018	0.132	0E-04	-0.553	-0.676	0.751	0.106	0.74	0.216	0.36	0.104	0.187	0.093	-0.11	0.286	0.542	1						
Scost	-0.028	-0.246	0.266	-0.34	0.249	0.485	0.208	-0.765	-0.726	0.498	-0.284	0.589	-0.085	-0.234	0.63	-0.123	-0.242	0.26	-0.344	-0.18	0.02	1					
Nlong	-0.236	0.18	0.161	0.009	0.388	0.644	0.129	-0.028	-0.381	0.288	0.237	0.142	0.982	0.09	0.492	0.987	0.054	-0.038	0.114	0.055	0.136	-0.148	1				
Rimb	-0.08	0.379	0.05	0.026	-0.057	-0.085	-0.01	-0.485	-0.661	0.821	0.12	0.846	0.029	-0.012	0.047	0.012	0.063	-0.125	-0.08	0.74	0.699	-0.201	0.002	1			
Ldani	-0.183	0.261	0.097	-0.109	-0.021	0.131	-0.01	-0.505	-0.677	0.622	0.004	0.62	0.152	0.059	0.285	0.104	-0.073	-0.06	-0.023	0.429	0.324	0.86	0.069	0.564	1		
Nitzs	-0.137	0.198	0.045	0.079	0.244	0.504	0.247	-0.02	-0.347	0.251	-0.004	0.243	0.723	0.04	0.269	0.721	-0.032	-0.167	0.048	0.073	0.288	-0.101	0.647	-0.076	-8E-05	1	
Thals	-0.218	0.025	0.002	2E-04	0.024	0.419	-0.133	0.17	-0.108	0.117	-0.048	0.035	0.42	0.474	0.508	0.389	-0.134	-0.171	0.29	-0.156	0.376	-0.18	0.333	-0.124	-0.041	0.365	1

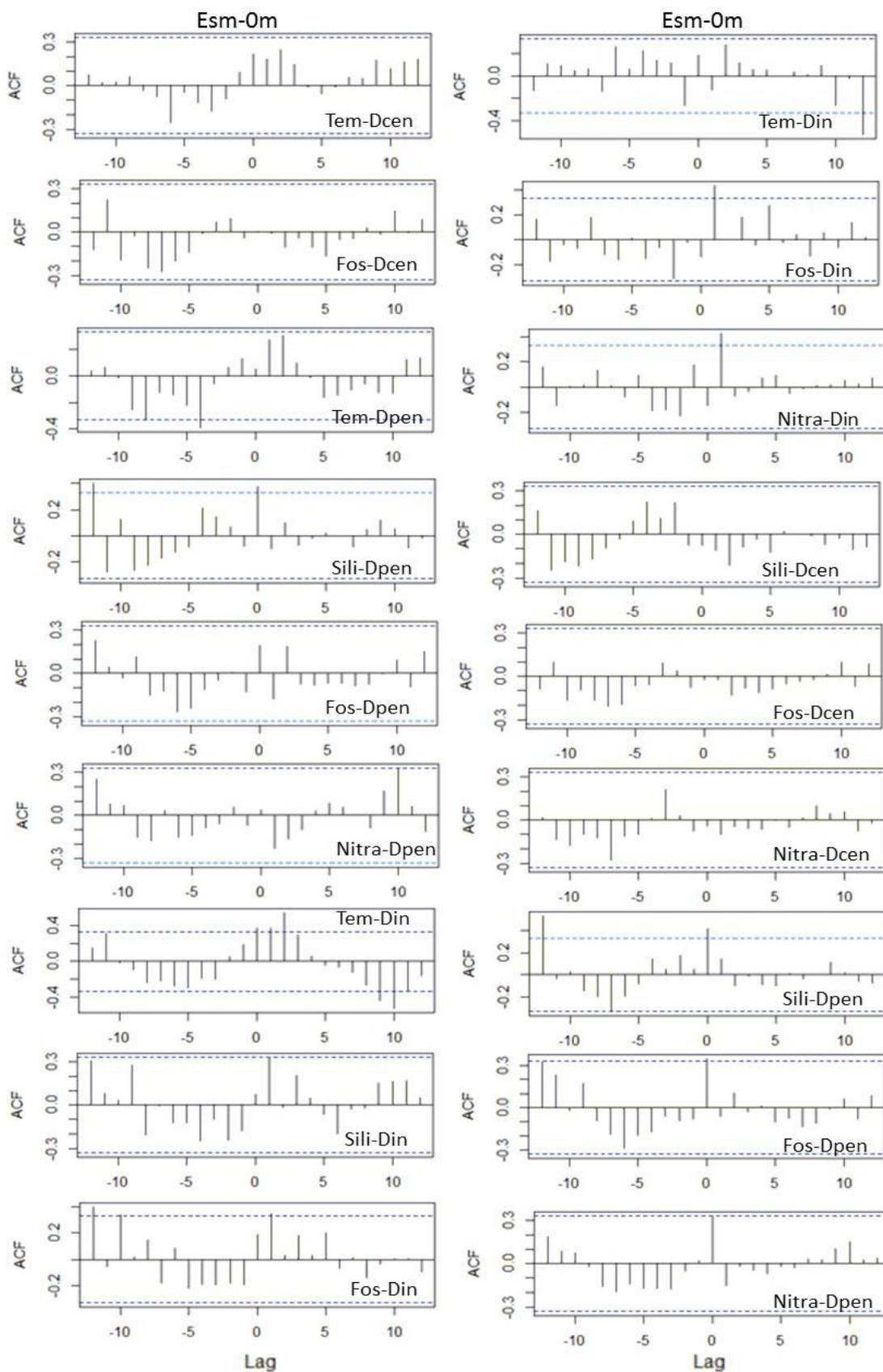
0-10m

	Tem	Sali	Oxi	Nitra	Fos	Sil	Nitri	Index	Even	Tfito	Tdinc	Tdcer	Tdpe	Totro	Tchae	Tnitz	Tgym	Tproo	Tmru	Dfrag	Gstri	Scost	Nlong	Rimb	Ldani	Nitzs	Thals
Tem	1																										
Sali	-0.368	1																									
Oxi	0.591	-0.348	1																								
Nitra	-0.577	0.592	-0.437	1																							
Fos	-0.563	0.184	-0.527	0.585	1																						
Sil	-0.536	0.319	-0.328	0.591	0.499	1																					
Nitri	-0.391	0.186	-0.349	0.393	0.522	0.608	1																				
Index	-0.255	0.105	-0.253	-0.118	-0.027	0.124	-0.05	1																			
Even	0.099	-0.026	-0.202	-0.125	-0.114	-0.048	-0.182	0.511	1																		
Tfito	-0.217	0.147	0.073	0.167	0.089	0.1	0.076	0.053	-0.637	1																	
Tdinc	0.136	0.134	-0.037	-0.125	-0.172	-0.089	-0.065	0.332	0.284	-0.133	1																
Tdcer	-0.168	0.123	0.021	0.152	0.097	0.032	0.068	0.018	-0.624	0.961	-0.19	1															
Tdpe	-0.281	0.114	-0.028	0.173	0.072	0.254	0.092	0.123	-0.406	0.668	-0.13	0.449	1														
Totro	0.046	0.102	0.067	-0.077	-0.181	0.024	-0.32	0.119	0.012	0.14	0.189	0.047	0.129	1													
Tchae	-0.425	0.295	-0.298	0.555	0.523	0.452	0.396	0.256	-0.025	0.474	0.092	0.457	0.291	-0.205	1												
Tnitz	-0.22	0.097	-0.026	0.209	0.033	0.223	0.08	0.06	-0.422	0.558	-0.025	0.323	0.971	0.138	0.3	1											
Tgym	0.145	0.02	-0.068	-0.144	-0.255	-0.222	-0.197	0.117	0.325	-0.261	0.747	-0.269	-0.275	0.17	-0.302	-0.209	1										
Tproo	0.513	0.253	0.369	-0.473	-0.364	0.254	0.219	-0.102	0.928	0.294	0.814	-0.349	-0.164	-0.024	1	-0.152	0.16	1									
Tmru	-0.262	0.322	-0.093	0.159	0.121	0.044	-0.189	0.123	-0.118	0.212	0.245	0.078	0.189	0.878	-0.249	0.194	0.122	-0.025	1								
Dfrag	0.064	0.329	0.026	0.144	0.006	-0.069	0.136	-0.215	-0.478	0.576	-0.127	0.611	0.227	0.157	0.147	0.163	-0.199	0.769	0.469	1							
Gstri	-0.121	-0.068	0.304	-0.058	-0.012	-0.283	-0.178	-0.399	-0.604	0.822	-0.449	0.728	0.602	0.293	-0.112	0.498	-0.255	0.427	0.382	1							
Scost	-0.172	-0.25	0.712	-0.39	0.642	-0.115	0.127	-0.603	-0.943	0.998	-0.694	0.993	0.25	0.031	0.962	-0.049	0.28	0.444	-0.206	-0.487	0.988	1					
Nlong	-0.074	0.041	0.077	0.002	-0.097	0.128	0.076	-0.17	-0.429	0.354	-0.121	0.116	0.36	0.251	-0.115	0.875	-0.182	0.666	0.291	0.043	0.476	0.072	1				
Rimb	-0.067	0.167	0.08	0.075	-0.002	0.025	0.032	-0.257	-0.491	0.586	-0.246	0.667	0.121	-0.08	-0.132	-0.025	-0.2	-0.056	-0.194	0.555	0.318	1	-0.031	1			
Ldani	0.134	-0.233	0.508	-0.209	-0.228	-0.239	-0.163	-0.246	-0.601	0.61	-0.158	0.614	0.202	0.555	-0.249	0.15	-0.107	-1	0.389	0.136	0.585	1	0.321	0.175	1		
Nitzs	-0.057	-0.166	0.021	-0.004	-0.052	-0.081	-0.169	-0.022	-0.385	0.67	-0.276	0.455	0.915	0.152	0.157	0.905	-0.247	1	0.125	0.229	0.72	-0.766	0.767	0.021	0.245	1	
Thals	-0.302	0.251	-0.156	0.333	-0.088	0.184	-0.097	0.142	-0.217	0.219	-0.116	0.105	0.444	0.043	0.248	0.514	-0.158	0.072	-0.048	-0.102	-0.025	-0.991	0.447	-0.149	-0.143	0.338	1

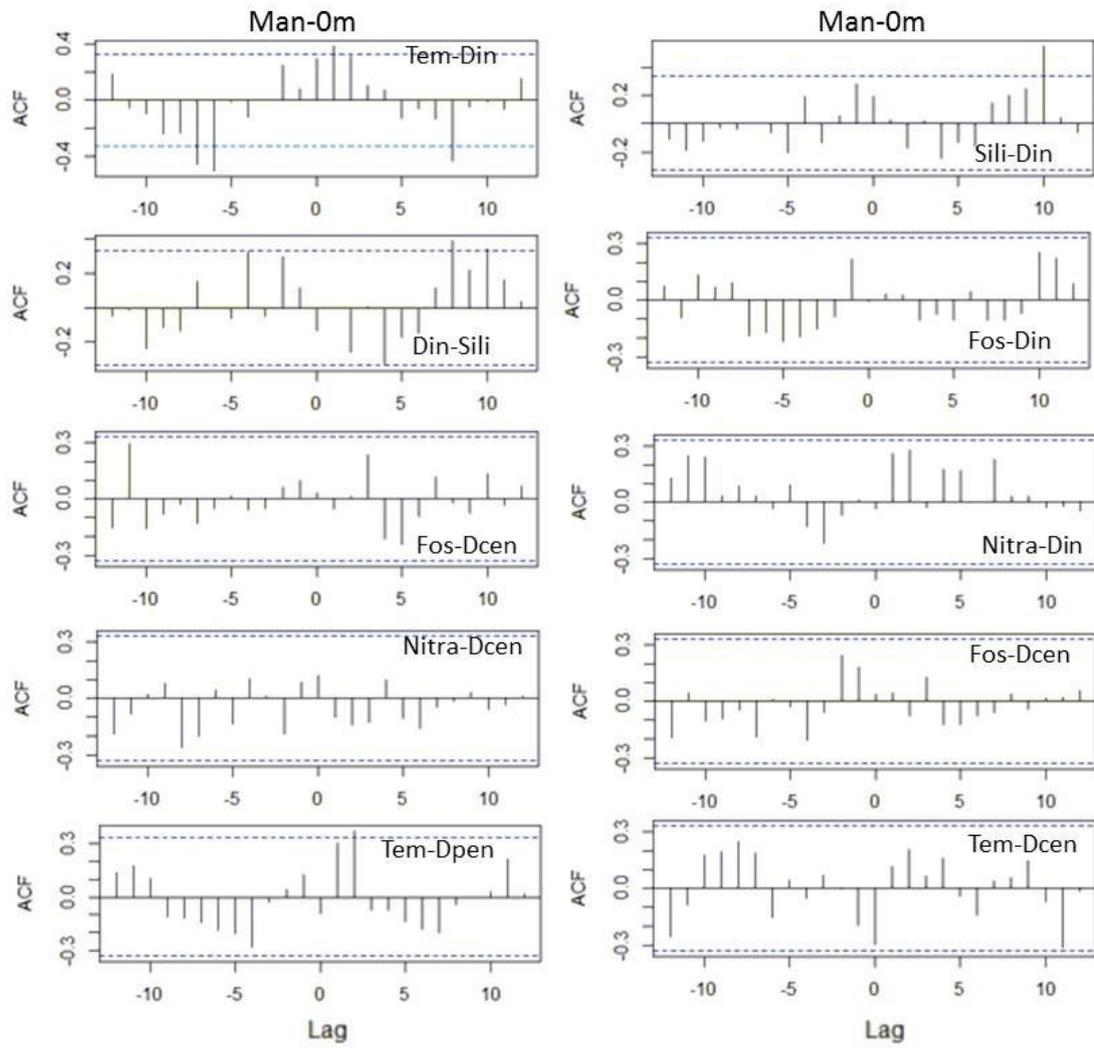
20m

	Tem	Sali	Oxi	Nitra	Fos	Sil	Nitri	Index	Even	Tfito	Tdinc	Tdcer	Tdpe	Totro	Tchae	Tnitz	Tgym	Tproo	Tmru	Dfrag	Gstri	Scost	Nlong	Rimb	Ldani	Nitzs	Thals
Tem	1																										
Sali	-0.62	1																									
Oxi	0.819	-0.601	1																								
Nitra	-0.639	0.579	-0.723	1																							
Fos	-0.598	0.298	-0.551	0.493	1																						
Sil	-0.744	0.404	-0.624	0.534	0.472	1																					

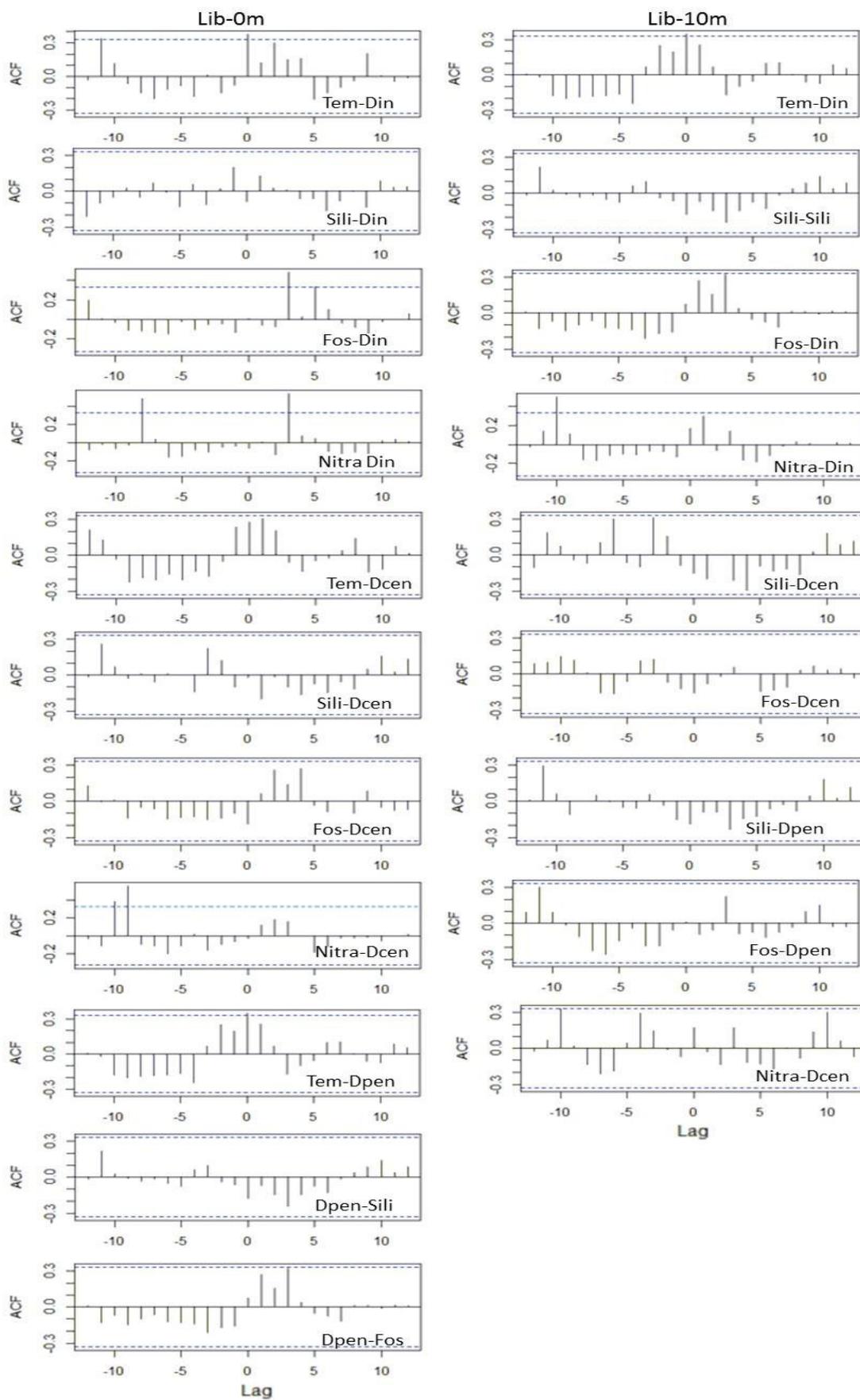
ANEXO 8: Correlaciones Cruzadas en Esmeraldas (0 y 10m)



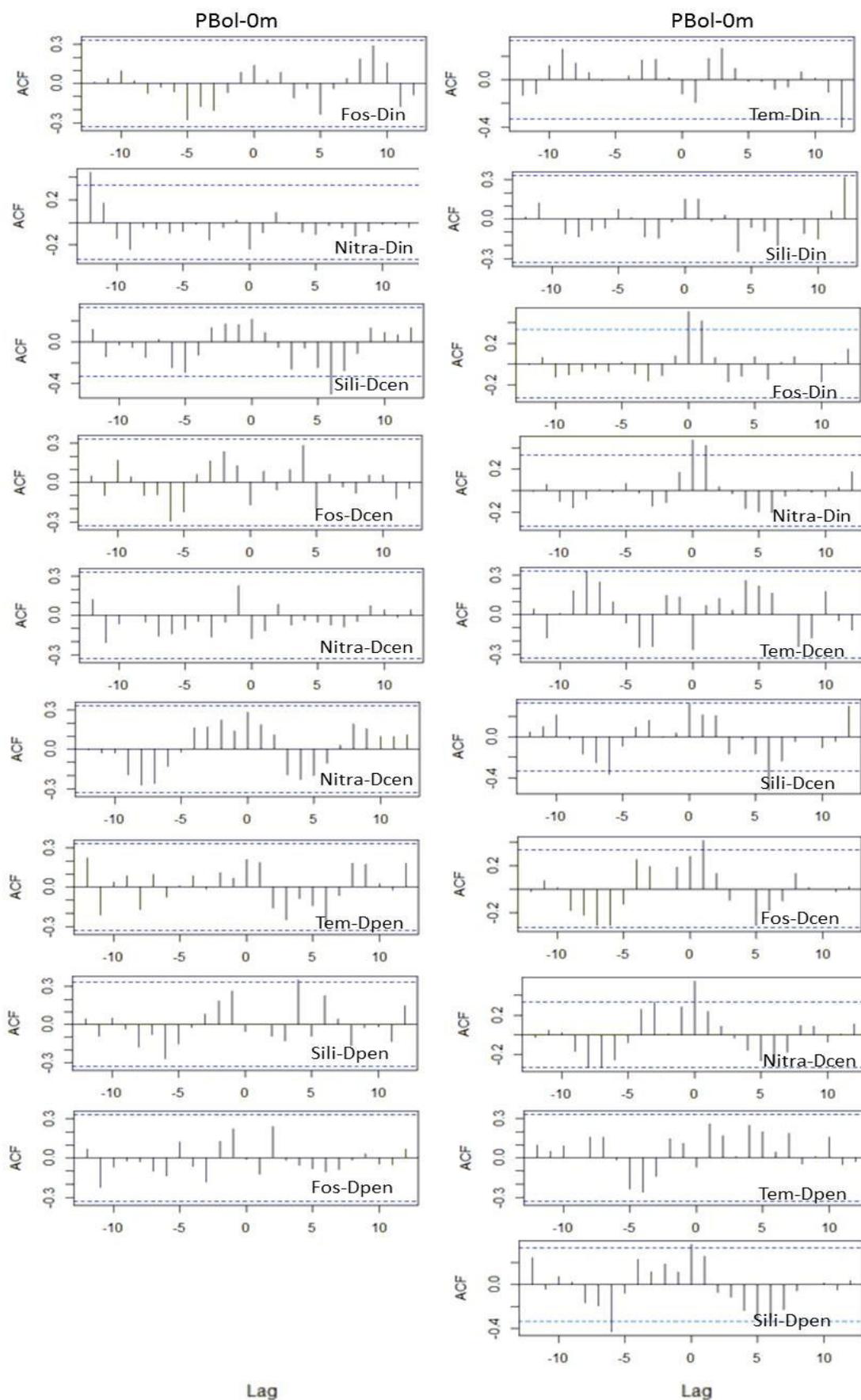
Correlaciones Cruzadas en Manta (0 y 10m)



Correlaciones Cruzadas en La Libertad (0 y 10m)

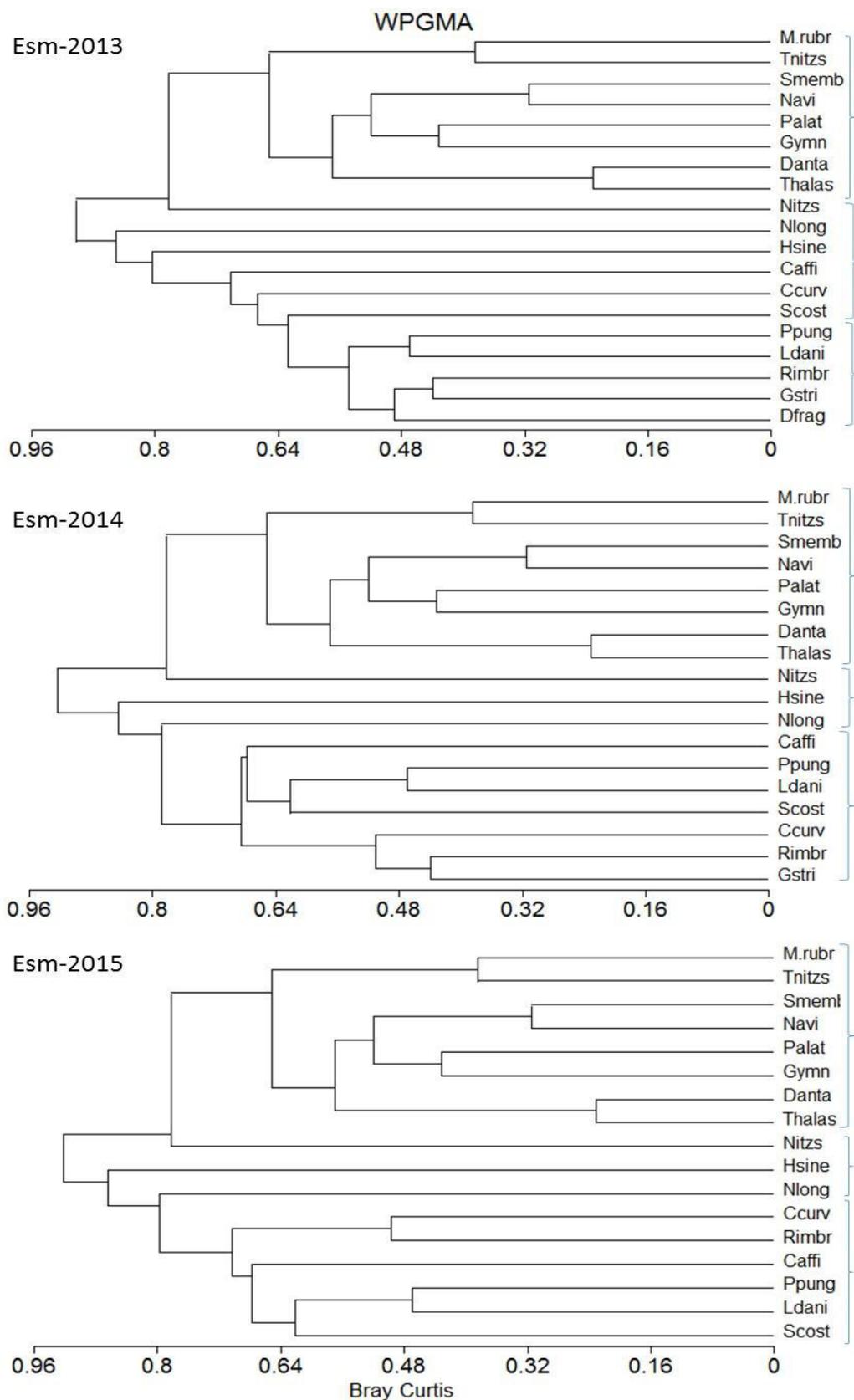


Correlaciones Cruzadas en Puerto Bolívar (0 y 10m)

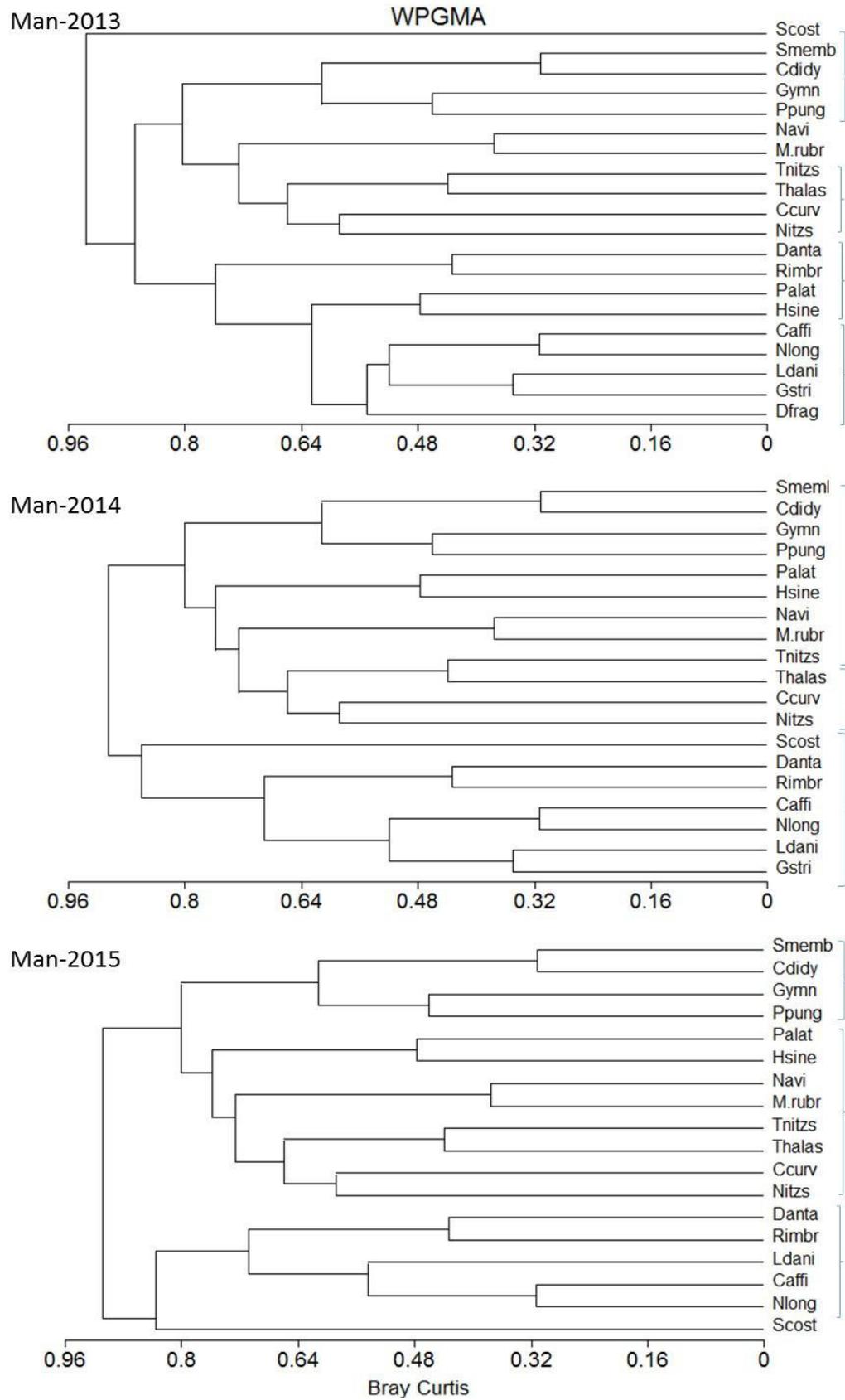


ANEXO 9: Dendrogramas del fitoplancton superficial

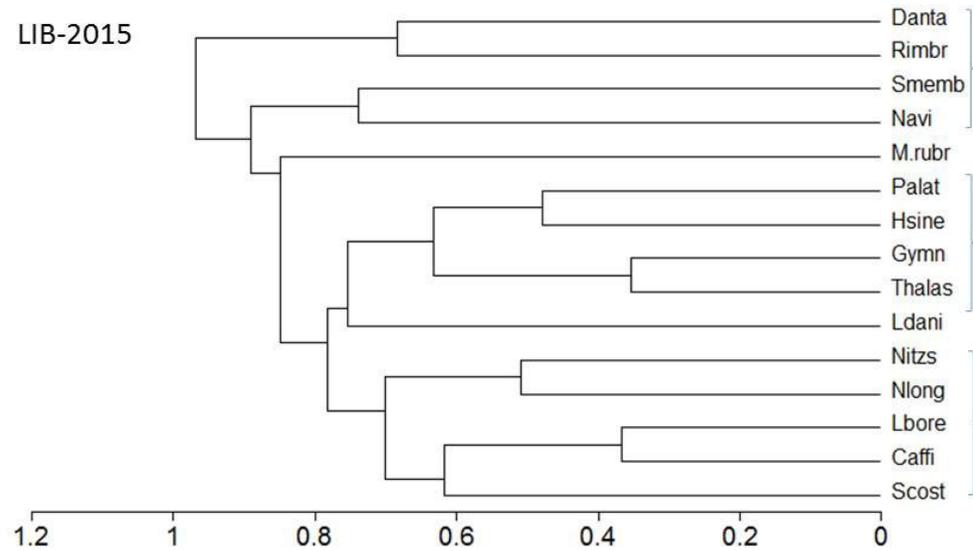
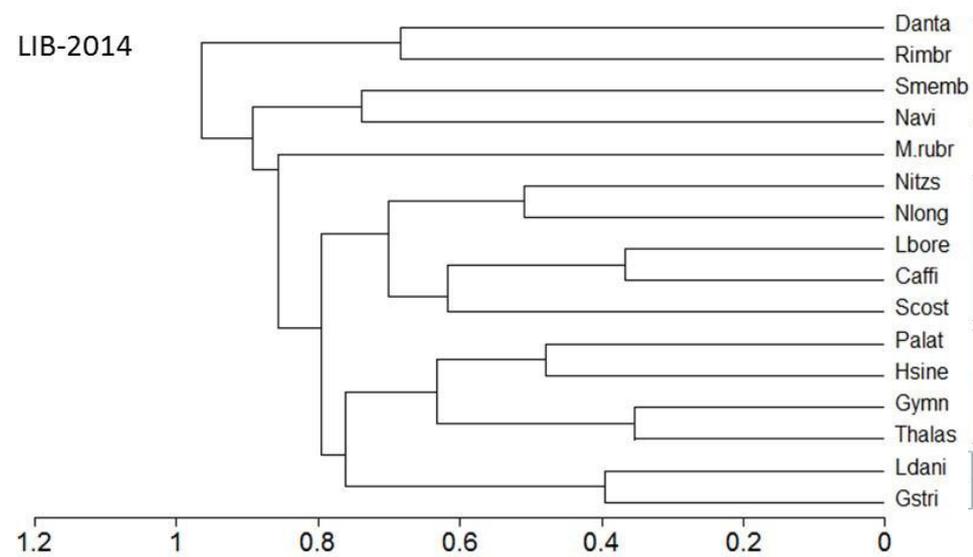
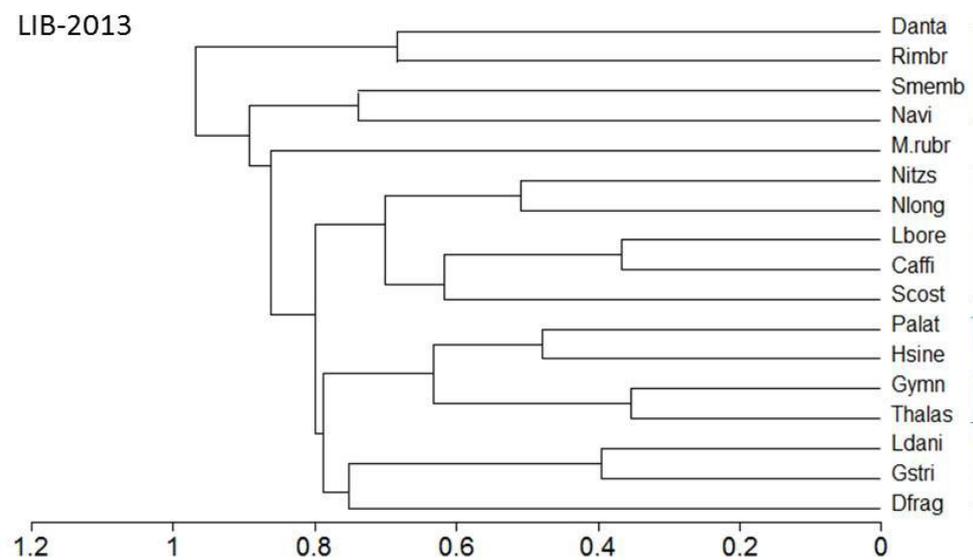
Dendrogramas de Esmeraldas: 2013, 2014 y 2015.



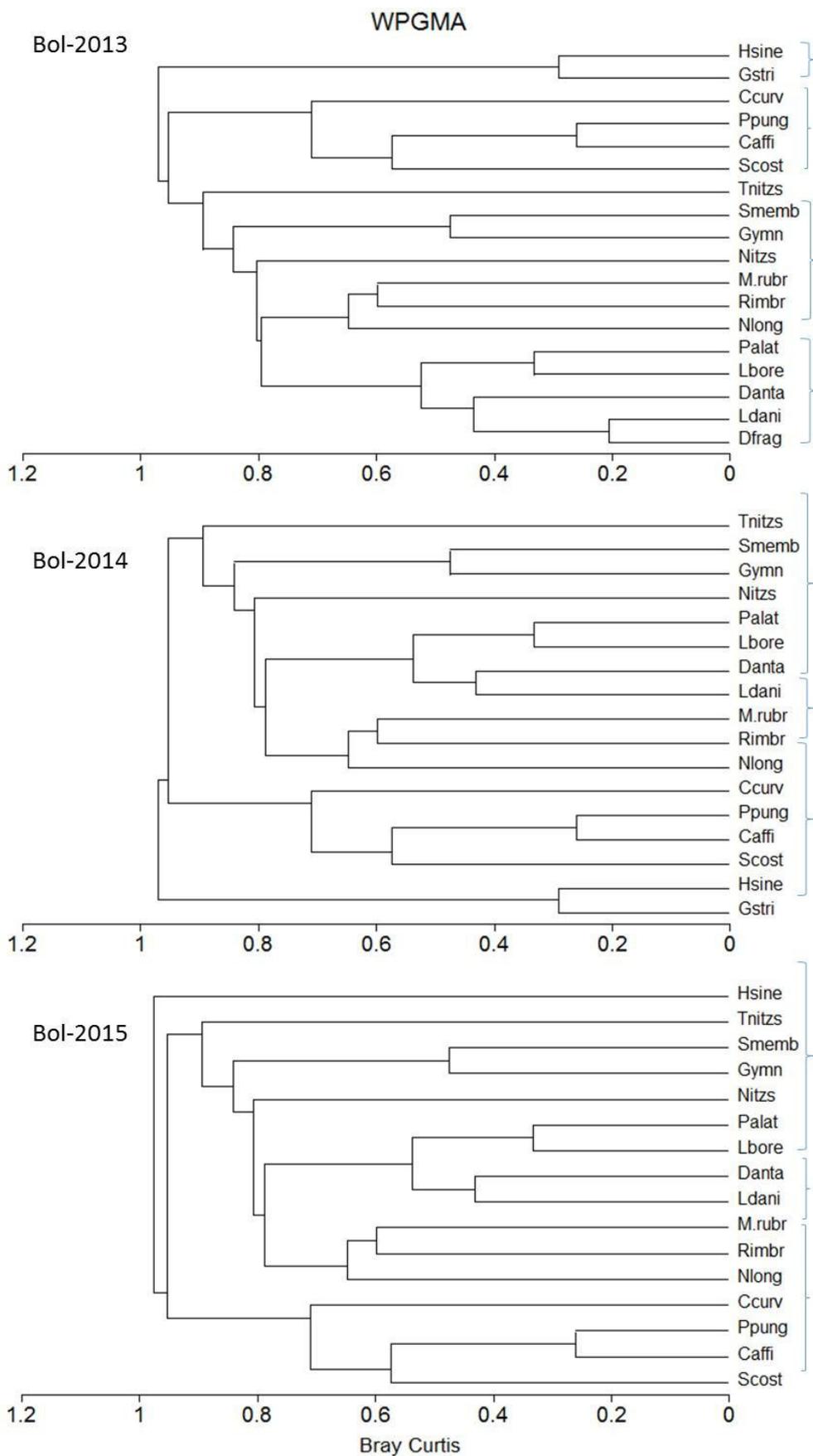
Dendrogramas de Manta: 2013, 2014 y 2015.



Dendrogramas de La Libertad: 2013, 2014 y 2015.



Dendrogramas de La Puerto Bolívar: 2013, 2014 y 2015.



**ANEXO 10: Pruebas de Hipótesis por sitios para Diatomeas
céntricas en tres niveles de profundidad en tres años 2013 al 2015.**

Pruebas de Hipótesis en Esmeraldas

Lugar	Fitoplancton G.Funcional	Prof	Variables	Kruskall-Wallis	Coef. Correlación	R ²	R ² ajustada
				Valor P			
Esmeraldas	Diat. céntrica	0-10m	Temp	0.92	**-0.01	0.02	0.29
			Salinidad	0.18	0.16	2.69	2.77
			Oxígeno	0.22	0.15	2.30	2.53
			Nitrato	0.99	0.00	0.00	12.68
			Fosfato	0.85	0.02	0.05	0.21
			Silicato	0.41	**-0.10	1.05	1.60
			Nitrito	0.60	0.06	0.41	0.79
			Fito	0.00	0.80	63.32	86.64
			Dia-cen	0.00	0.79	61.65	1.00
			Dia-pen	0.00	0.33	10.82	16.83
			Dino	0.29	**-0.13	1.64	2.06
			20m	Temp	0.49	**-0.12	1.47
		Salinidad		0.19	0.23	5.24	6.12
		Oxígeno		0.95	**-0.01	0.01	0.21
		Nitrato		0.54	0.11	1.19	3.01
		Fosfato		0.46	**-0.13	1.65	2.50
		Silicato		0.96	0.00	0.00	0.25
		Nitrito		0.88	**-0.02	0.07	1.43
		Fito		0.00	0.7	49.19	80.78
		Dia-cen		0.00	0.83	68.02	1.00
		Dia-pen		0.01	0.41	16.49	25.70
		Dino		0.88	**-0.03	0.07	0.81
		30-75m		Temp	0.00	0.40	15.61
			Salinidad	0.00	**-0.31	9.69	9.78
			Oxígeno	0.00	0.52	27.28	29.57
			Nitrato	0.00	**-0.43	18.74	20.48
			Fosfato	0.00	**-0.46	21.51	22.68
			Silicato	0.00	**-0.37	13.99	14.61
			Nitrito	0.59	**-0.05	0.21	1.05
			Fito	0.00	0.64	40.27	89.03
			Dia-cen	0.00	0.64	41.33	1.00
			Dia-pen	0.00	0.35	12.47	27.11
			Dino	0.00	0.38	14.77	16.44

Pruebas de Hipótesis en Manta

Lugar	Fitoplancton G.Funcional	Prof	Variables	Kruskall-Wallis	Coef. Correlación	R ²	R ² ajustada
				Valor P			
Manta	Diat. céntrica	0-10m	Temp	0.00	**-0.39	14.86	16.42
			Salinidad	0.00	0.41	16.49	17.96
			Oxígeno	0.87	**-0.02	0.05	0.23
			Nitrato	0.32	0.12	1.49	25.88
			Fosfato	0.17	0.17	2.56	7.36
			Silicato	0.01	0.31	9.49	9.77
			Nitrito	0.18	0.16	2.65	3.22
			Fito	0.00	0.71	49.78	86.50
			Dia-cen	0.00	0.67	45.41	1.00
			Dia-pen	0.00	0.44	19.24	41.28
			Dino	0.37	**-0.11	1.20	4.98
		20m	Temp	0.17	**-0.24	5.84	6.99
			Salinidad	0.29	0.19	3.50	4.84
			Oxígeno	0.89	0.02	0.05	0.40
			Nitrato	0.53	0.11	1.22	21.95
			Fosfato	0.83	0.04	0.13	3.59
			Silicato	0.54	0.11	1.19	3,68
			Nitrito	0.39	0.15	2.29	2.97
			Fito	0.00	0.83	69.64	88.1
			Dia-cen	0.00	0.84	69.94	1.00
			Dia-pen	0.00	0.48	23.51	34.21
			Dino	0.32	**-0.18	3.14	3.53
		30-75m	Temp	0.14	0.13	1.66	2.01
			Salinidad	0.04	**-0.17	2.99	3.35
			Oxígeno	0.00	0.28	7.90	8.45
			Nitrato	0.00	**-0.35	12.45	12.69
			Fosfato	0.11	**-0.14	1.85	3.05
			Silicato	0.32	**-0.08	0.73	1.42
			Nitrito	0.04	0.18	3.43	5.31
			Fito	0.00	0.74	54.12	86.42
			Dia-cen	0.00	0.71	50.98	1.00
			Dia-pen	0.00	0.53	27.67	35.16
			Dino	0.34	0.08	0.68	2.45

Pruebas de Hipótesis en La Libertad

Lugar	Fitoplancton G.Funcional	Prof	Variables	Kruskall-Wallis	Coef.Correlac ión	R ²	R ² ajustada
				Valor P			
La Libertad	Diat. céntrica	0-10m	Salinidad	0.00	0.35	12.29	12.89
			Fito	0.00	0.68	46.34	85.14
			Dia-cen	0.00	0.68	45.81	1.00
			Dia-pen	0.00	0.43	18.67	35.43
		20m	Salinidad	0.03	0.36	13.22	15.55
			Silicato	0.10	"-0.28	8.06	8.83
			Fito	0.00	0.79	62.62	88.44
			Dia-cen	0.00	0.8	63.94	1.00
		30-75m	Dia-pen	0.00	0.59	34.64	41.56
			Fito	0.00	0.63	39.53	79.95
			Dia-cen	0.00	0.60	36.14	1.00
			Dia-pen	0.00	0.45	19.89	22.35

Pruebas de Hipótesis en La Puerto Bolívar

Lugar	Fitoplancton G.Funcional	Prof	Variables	Kruskall-Wallis	Coef.Correlac ión	R ²	R ² ajustada
				Valor P			
P.Bolívar	Diat. céntrica	0-10m	Fito	0.00	0.70	44.74	88.17
			Dia-cen	0.00	0.64	41.35	1.00
			Dia-pen	0.00	0.61	37.33	49.03
		20m	Salinidad	0.28	0.19	3.59	3.86
			Fosfato	0.31	"-0.18	3.26	4.86
			Silicato	0.26	"-0.2	3.99	5.27
			Nitrito	0.08	"-0.31	9.44	9.76
			Fito	0.00	0.66	43.75	83.42
			Dia-cen	0.00	0.64	40.73	1.00
			Dia-pen	0.00	0.46	20.69	32.90
		30-75m	Fito	0.00	0.59	34.38	83.69
			Dia-cen	0.00	0.58	33.79	1.00
			Dia-pen	0.00	0.54	28.58	35.86

ANEXO 11: Pruebas del análisis de Componentes principales por sitios para fitoplancton (grupos funcionales y especies) con las variables ambientales agrupados en tres profundidades y por años (2013 al 2015).

Esmeraldas

Lugar	Prof	año	Fitoplancton	Coef.Correl		Data especie		Variable Ambiental	
				Eje 1	Eje 2	Eje 1	Eje 2	Eje 1	Eje 2
Esmeraldas	0-10m	2013	Grup.funcional	0.88	0.84	31.9	51.7	47.9	77.7
			Grup especies	0.91	0.92	19.6	34.3	33.3	58.3
		2014	Grup.funcional	0.83	0.76	34.1	45.8	64.8	87,1
			Grup especies	0.91	0.80	24.0	35.5	48.7	72.5
		2015	Grup.funcional	0.84	0.96	34.2	58.4	50.4	86.0
			Grup especies	0.97	0.95	31.3	53.0	42.3	71.5
	20m	2013	Grup.funcional	0.92	0.87	30.1	54.1	43.0	77.3
			Grup especies	0.98	0.97	27.2	46.5	32.8	56.1
		2014	Grup.funcional	0.74	0.92	31.2	46.7	52.2	78.2
			Grup especies	0.99	0.95	30.3	46.2	40.1	61.1
		2015	Grup.funcional	0.94	0.95	33.9	54.1	40.9	65.2
			Grup especies	0.96	0.98	33.9	53.5	41.3	65.1
	30-75m	2013	Grup.funcional	0.66	0.58	10.1	15.0	50.3	73.7
			Grup especies	0.79	0.73	7.0	11.8	36.6	61.6
		2014	Grup.funcional	0.68	0.47	14.4	19.0	63.8	84.0
			Grup especies	0.74	0.67	11.1	16.7	45.1	67.6
		2015	Grup.funcional	0.77	0.75	18.5	27.6	50.4	75.1
			Grup especies	0.88	0.76	14.0	23.2	41.1	68.1

Manta

Lugar	Prof	año	Fitoplancton	Coef.Correl		Data especie		Variable Ambiental	
				Eje 1	Eje 2	Eje 1	Eje 2	Eje 1	Eje 2
Manta	0-10m	2013	Grup.funcional	0.85	0.74	29.4	40.1	57.7	78.7
			Grup especies	0.93	0.85	17.6	33,5	33.3	63.4
		2014	Grup.funcional	0.90	0.80	39.9	55.0	64.2	88.4
			Grup especies	0.84	0.78	19.4	26.9	43.4	60.2
		2015	Grup.funcional	0.88	0.84	35.3	48.0	58.8	80.0
			Grup especies	0.88	0.95	22.4	34.5	39.6	60.9
	20m	2013	Grup.funcional	0.96	0.86	42.9	58.7	54.8	75.0
			Grup especies	0.98	0.97	29.5	50.3	36.6	62.2
		2014	Grup.funcional	0.92	0.80	40.8	51.8	63.3	80.4
			Grup especies	0.95	0.87	19.2	36.9	32.5	62.6
		2015	Grup.funcional	0.97	0.99	42.5	63.6	56.8	85.0
			Grup especies	0.99	0.90	28.1	53.2	35.7	67.7
	30-75m	2013	Grup.funcional	0.64	0.67	13.5	24.4	43.8	77.9
			Grup especies	0.83	0.79	8.7	16,0	33.6	61.9
		2014	Grup.funcional	0.64	0.63	11.4	18.6	41.0	66.8
			Grup especies	0.78	0.72	8.7	13.9	35.6	57.0
		2015	Grup.funcional	0.76	0.75	21.0	32.6	54.4	84.3
			Grup especies	0.85	0.79	14.3	21.6	44.1	66.8

La Libertad

Lugar	Prof	año	Fitoplancton	Coef.Correl		Data especie		Variable Ambiental	
				Eje 1	Eje 2	Eje 1	Eje 2	Eje 1	Eje 2
La Libertad	0-10m	2013	Grup.funcional	0.82	0.82	27.1	36.9	55.1	75.0
			Grup.especies	0.91	0.82	14.4	26.4	30.7	56.6
		2014	Grup.funcional	0.78	0.67	22.2	34.7	39.6	41.8
			Grup.especies	0.80	0.76	14.2	23.8	37.2	62.7
		2015	Grup.funcional	0.89	0.90	45.9	60.4	68.5	90.0
			Grup.especies	0.86	0.94	24.9	45.9	36.6	67.4
	20m	2013	Grup.funcional	0.94	0.96	43.1	61.2	54.5	77.3
			Grup.especies	0.96	0.95	26.6	47.1	34.6	61.3
		2014	Grup.funcional	0.92	0.84	32.0	58.5	43.7	79.8
			Grup.especies	0.99	0.97	31.7	47.0	40.2	59.6
		2015	Grup.funcional	0.91	0.96	49.5	64.2	63.6	82.4
			Grup.especies	0.95	0.88	26.6	43.3	34.2	55.6
	30-75m	2013	Grup.funcional	0.86	0.75	28.2	38.6	59.5	81.4
			Grup.especies	0.89	0.79	16.2	24.1	43.3	64.4
		2014	Grup.funcional	0.76	0.70	19.5	28.8	49.9	73.8
			Grup.especies	0.79	0.81	15.7	25.4	42.2	68.2
		2015	Grup.funcional	0.79	0.62	24.1	29.3	66.9	81.4
			Grup.especies	0.86	0.79	14.7	22.7	46.5	71.6

Puerto Bolívar

Lugar	Prof	año	Fitoplancton	Coef.Correl		Data especie		Variable Ambiental	
				Eje 1	Eje 2	Eje 1	Eje 2	Eje 1	Eje 2
Puerto Bolívar	0-10m	2013	Grup.funcional	0.76	0.86	19.6	34.4	40.5	71.2
			Grup.especies	0.99	0.86	29.4	43.1	46.7	68.5
		2014	Grup.funcional	0.78	0.73	28.0	42.2	57.0	86.0
			Grup.especies	0.92	0.85	21.5	30.0	45.6	63.6
		2015	Grup.funcional	0.83	0.85	35.6	50.0	58.1	81.6
			Grup.especies	0.89	0.83	23.3	37.6	40.1	64.8
	20m	2013	Grup.funcional	0.93	0.91	47.7	57.5	64.8	78.0
			Grup.especies	0.98	0.93	36.4	56.0	42.8	65.9
		2014	Grup.funcional	0.96	0.91	49.5	66.4	62.0	83.1
			Grup.especies	0.99	0.90	24.9	41.1	34.5	57.0
		2015	Grup.funcional	0.95	0.85	47.7	57.9	64.6	78.4
			Grup.especies	0.97	0.94	37.4	54.1	47.4	68.5
	30-75m	2013	Grup.funcional	0.74	0.75	18.1	30.0	49.6	82.4
			Grup.especies	0.88	0.79	11.9	22.4	30.9	57.9
		2014	Grup.funcional	0.75	0.61	22.3	28.0	68.2	85.6
			Grup.especies	0.85	0.77	13.2	18.2	48.3	66.8
		2015	Grup.funcional	0.75	0.61	22.3	28.0	68.2	85.6
			Grup.especies	0.75	0.77	13.1	18.0	48.4	66.3