

**HIDROMEDUSAS DEL PACÍFICO COLOMBIANO DURANTE LOS CRUCEROS
2001-2004 DEL ESTUDIO REGIONAL DEL FENÓMENO EL NIÑO**

ANGELA MARÍA BALDRICH CHAPARRO

**UNIVERSIDAD JORGE TADEO LOZANO
FACULTAD DE BIOLOGIA MARINA
BOGOTÁ
2007**

**HIDROMEDUSAS DEL PACÍFICO COLOMBIANO DURANTE LOS CRUCEROS
2001-2004 DEL ESTUDIO REGIONAL DEL FENÓMENO EL NIÑO**

ANGELA MARÍA BALDRICH CHAPARRO

**Trabajo de grado para optar al título de
Biólogo Marino**

Director

RAÚL HERNANDO LÓPEZ PERALTA

Biólogo Marino, *Dr. rer. nat.*

UNIVERSIDAD JORGE TADEO LOZANO

FACULTAD DE BIOLOGIA MARINA

BOGOTÁ

2007

Nota de aceptación:

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Bogotá, Septiembre de 2007

*A mis **abuelitos** que siempre estuvieron presentes en los momentos importantes de mi vida y que ahora desde el cielo me acompañan y día a día me dan la fuerza para seguir adelante y cumplir mis sueños...*

*A mis **papas** quienes a lo largo de mi vida me han brindado su incondicional amor y apoyo y me han dado todas las herramientas para ser mejor cada día, a ustedes les debo lo que soy...*

*A mi **familia**, incluida **Nala**, por brindarme su amor, alegría y sobretodo su compañía a lo largo de este camino...*

*A mi **amor** a quien le entrego mi alma, vida y corazón. Como tu dijiste "Amor sólo hay uno, vida sólo hay una, sueños y metas hay muchas y todo con un sentido... Tú".*

*Al **mar** el cual cada día me sorprende con su interminable belleza y el que me da la inspiración para cumplir mis sueños de protegerlo, respetarlo, estudiarlo y conocerlo cada vez más...*

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** agradezco el haberme dado la posibilidad de conocer el motivo de mi carrera, el Mar y por permitirme llegar hasta donde estoy y acompañarme toda mi vida.

A la **Universidad Militar Nueva Granada** por haberme permitido ser parte del proyecto ERFEN y facilitarme todo lo que necesité para el desarrollo de este trabajo.

Al **CCCP (Centro de Control de Contaminación del Pacífico)**, por suministrar parte de los datos utilizados en el desarrollo de esta investigación.

A **Raúl Hernando López Peralta** Biólogo Marino de la Universidad Jorge Tadeo Lozano *Dr. rer. nat.*, director de esta investigación, por su confianza y por guiarme con sus aportes, consejos, sabiduría y correcciones, haciendo posible la culminación de este trabajo.

A la doctora **María de Lourdes Segura Puertas**, investigadora a cargo del Laboratorio de Plancton del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México, por su colaboración desinteresada en la confirmación de especies de hidromedusas y por sus sugerencias.

A **Johana** por acogerme en el laboratorio, por su constante apoyo, colaboración, consejos, por esos largos días en el laboratorio, por esos días estadísticos con almuerzo incluido y por su amistad. Gracias!!!

A **Adolfo Sanjuán** y **Andrés Franco** por su paciencia, consejos y ayudas muy pertinentes antes y durante el desarrollo de este trabajo.

A **Julián**, por toda su colaboración y consejos, a **Juan Carlos**, **Oscar**, y todos los que de una u otra forma con su colaboración y sabiduría me ayudaron a sacar este trabajo adelante.

A **Mis papas** por haberme permitido cumplir mi sueño de estudiar esta carrera, por apoyarme desde el comienzo con mis decisiones, por entenderme y guiarme en este largo camino, por sus consejos...en fin, solo puedo decirles... gracias por todo!!!

A **Mis hermanos**, por haberme apoyado y aguantado en los momentos de crisis, hacer todo lo posible por desestresarme y por sus regaños de ¡no más tesis!, que me alentaron a seguir hasta el final.

A ti **Mi amor** por estar ahí, por acompañarme, por ayudarme en todo lo que necesito, por ser mi apoyo, mi fuerza, mi todo; por aconsejarme, por escucharme, por entenderme, por no dejarme caer y por impulsarme a seguir adelante para pronto poder cumplir nuestro sueño, Te amo!!!!.

Y finalmente gracias a la Universidad **Jorge Tadeo Lozano** por darme las herramientas para poder empezar y terminar mi carrera y a todos los que de alguna forma me ayudaron a crecer en mi vida personal y profesional **gracias!!**



CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. AREA DE ESTUDIO	6
1.1 CLIMA	7
1.2 VIENTOS	8
1.3 HIDROGRAFÍA Y CORRIENTES	9
1.4 TEMPERATURA Y SALINIDAD SUPERFICIAL DEL MAR	10
1.5 SURGENCIAS	11
2. METODOLOGÍA	12
2.1 FASE DE CAMPO	12
2.1.1 Variables físico-químicas	14
2.1.2 Captura del zooplancton	15
2.2 FASE DE LABORATORIO	15
2.2.1 Biomasa de mesozooplancton y clorofila <i>a</i>	15
2.2.2 Separación y determinación de la abundancia de hidromedusas	16
2.2.3 Identificación de los individuos	16
2.3 MANEJO Y ANÁLISIS DE DATOS	17
2.3.1 Variables físico-químicas y biológicas complementarias	17
2.3.2 Comunidad de hidromedusas	18
2.3.2.1 Estandarización de las abundancias de hidromedusas	18
2.3.2.2 Distribución espacial de la comunidad de hidromedusas	19
2.3.2.3 Composición de la comunidad de hidromedusas	20
2.3.2.3.1 Abundancia relativa y frecuencia de aparición	20



2.3.3	Análisis estadístico	21
2.3.3.1	Componente abiótico	22
2.3.3.2	Variación temporal de las abundancias generales de hidromedusas	23
2.3.3.3	Relación componente abiótico con biótico	23
2.3.3.4	Variación espacial y temporal de la comunidad de hidromedusas	24
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
3.1	VARIABLES FISICOQUÍMICAS Y BIOLÓGICAS EN EL OPC DURANTE LOS CINCO PERIODOS DE ESTUDIO	26
3.1.1	Temperatura Superficial del Mar (TSM)	26
3.1.1.1	Variación nictimeral de la TSM	31
3.1.2	Salinidad superficial	31
3.1.2.1	Variación nictimeral de la salinidad superficial	35
3.1.3	Oxígeno disuelto superficial	36
3.1.3.1	Variación nictimeral del oxígeno disuelto superficial	39
3.1.4	Concentración de clorofila <i>a</i> superficial	39
3.1.4.1	Variación nictimeral de la clorofila <i>a</i>	43
3.1.5	Biomasa húmeda de mesozooplankton superficial	43
3.1.5.1	Variación nictimeral de la biomasa húmeda de mesozooplankton	47
3.2	COMUNIDAD DE HIDROMEDUSAS	48
3.2.1	Distribución espacial y temporal de las abundancias generales de las hidromedusas en la superficie	48
3.2.1.1	Variación nictimeral de las hidromedusas	53
3.2.2	Abundancia, composición y distribución de la comunidad de hidromedusas	54
3.2.2.1	Densidad y distribución espacial	61
3.2.2.2	Abundancia relativa y frecuencia de aparición	81
3.3	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	86
3.3.1	Análisis de las variables abióticas en el OPC por periodo de investigación mediante análisis de clasificación por distancia euclidiana y NMDS	86



3.3.1.1	Análisis de las variables abióticas en el OPC entre los periodos de investigación mediante métodos de clasificación y NMDS	97
3.3.2	Relación entre la variación de las abundancias totales de hidromedusas y los periodos de estudio	102
3.3.2.1	Prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis	102
3.3.3	Relación entre el componente abiótico y el biótico en la superficie del OPC	103
3.3.3.1	Coefficiente de correlación de rangos de Spearman	103
3.3.3.2	Análisis de factores	108
3.3.4	Variación espacial y temporal de la comunidad de hidromedusas	111
3.3.4.1	Análisis similaridad de Bray-Curtis, NMDS y análisis inverso de Kaandorp para las especies de hidromedusas encontradas en el OPC	111
3.3.5	Medidas de diversidad	134
4.	CONCLUSIONES	138
5.	RECOMENDACIONES	140
	BIBLIOGRAFÍA	141
	ANEXOS	



LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Total de estaciones biológicas y no biológicas en el OPC consideradas en cada uno de los cinco periodos de muestreo.	12
Tabla 2. Categorías establecidas para los valores de oxígeno disuelto, clorofila <i>a</i> y biomasa de mesozooplankton en el OPC, durante los cinco periodos de estudio.	18
Tabla 3. Abundancias generales de hidromedusas (ind/m ³) en la superficie del OPC durante los cinco periodos de estudio.	48
Tabla 4. Densidad total (ind/100 m ³) y abundancia relativa (%) de los taxa encontrados durante todo el estudio en el OPC (sin tener en cuenta los morfotipos y organismos no identificables).	77
Tabla 5. Tabla bibliográfica comparativa de las especies registradas en el OPC por Alvariano (1978), Segura (1984), Cely & Chiquillo (1993) y el presente estudio.	81
Tabla 6. Análisis inverso de Kaandorp a partir del análisis de clasificación por especies. Periodo 23 de junio a 12 de julio de 2001.	114
Tabla 7. Análisis inverso de Kaandorp a partir del análisis de clasificación por especies. Periodo 27 de agosto a 15 de septiembre de 2001.	116
Tabla 8. Análisis inverso de Kaandorp a partir del análisis de clasificación por especies. Periodo 03 a 22 de septiembre de 2002.	120
Tabla 9. Análisis inverso de Kaandorp a partir del análisis de clasificación por especies. Periodo 01 a 21 de septiembre de 2003.	124
Tabla 10. Análisis inverso de Kaandorp a partir del análisis de clasificación por especies. Periodo 18 de septiembre a 08 de octubre de 2004.	128
Tabla 11. Análisis inverso de Kaandorp a partir del análisis de clasificación por especies para las 16 estaciones comunes entre los cinco periodos de muestreo.	132

**LISTA DE FIGURAS**

	Pág.
Figura 1. Mapa del Océano Pacífico Colombiano.	6
Figura 2. Principales corrientes superficiales que influncian el OPC.	10
Figura 3. Ubicación de las estaciones biológicas (zooplancton y clorofila a) en el OPC durante los cinco periodos de muestreo.	13
Figura 4. Sub-áreas delimitadas en el OPC para el presente estudio, según la ubicación de las estaciones durante los cinco períodos considerados.	14
Figura 5. Esquema de red cónica para arrastre de zooplancton.	15
Figura 6. Distribución de la TSM (°C) en el OPC durante los cinco periodos de estudio.	30
Figura 7. Promedios día, noche y total de la TSM (°C) en el OPC durante los cinco periodos de estudio, mostrándose los valores promedio y las barras de error estándar.	31
Figura 8. Distribución de la salinidad superficial en el OPC durante los cinco periodos de estudio.	34
Figura 9. Promedios día, noche y total de la salinidad superficial en el OPC durante los cinco periodos de estudio, mostrándose los valores promedio y las barras de error estándar.	35
Figura 10. Distribución del oxígeno disuelto superficial (ml/l) en el OPC durante tres periodos de estudio. Concentración baja (<4,26), media (4,26-4,90), alta (>4,90).	38
Figura 11. Promedios día, noche y total del oxígeno disuelto superficial (ml/l) en el OPC durante los cinco periodos de estudio, mostrándose los valores promedio y las barras de error estándar.	39
Figura 12. Distribución de clorofila a superficial (mg/m ³) en el OPC durante los cinco periodos de estudio. Concentración baja (<0,36), media (0,36-3,96), alta (>3,96).	42



Figura 13. Promedios día, noche y total de clorofila <i>a</i> superficial (mg/m ³) en el OPC durante los cinco periodos de estudio, mostrándose los valores promedio y las barras de error estándar.	43
Figura 14. Distribución de biomasa húmeda de mesozooplankton superficial (g/100m ³) en el OPC durante los cinco periodos de estudio. Biomasa baja (<2,42), media (2,42-19,00), alta (>19,00).	46
Figura 15. Promedios día, noche y total de la de biomasa húmeda de mesozooplankton superficial (g/100m ³) en el OPC durante los cinco periodos de estudio, mostrándose los valores promedio y las barras de error estándar.	47
Figura 16. Distribución de abundancias totales de hidromedusas (ind/100m ³) en la superficie del OPC durante los cinco periodos de estudio. Abundancia baja (<16), media (16-205), alta (>205).	52
Figura 17. Promedios día, noche y total de abundancia total de hidromedusas (ind/100 m ³) en la superficie del OPC durante los cinco periodos de estudio, mostrándose los valores promedio y las barras de error estándar.	54
Figura 18. <i>Cytaeis tetrastyla</i> .	55
Figura 19. <i>Euphysora bigelowi</i> .	55
Figura 20. <i>Porpita porpita</i> .	56
Figura 21. <i>Sarsia cocometra</i> .	56
Figura 22a. <i>Aequorea</i> sp. 1.	57
Figura 22b. <i>Aequorea</i> sp. 2.	57
Figura 23. <i>Clytia</i> sp.	57
Figura 24. <i>Eirene lactea</i> .	57
Figura 25. <i>Eirene</i> sp.	58
Figura 26a. <i>Cunina</i> sp. 1.	58
Figura 26b. <i>Cunina</i> sp. 2	58
Figura 26c. <i>Cunina</i> sp. 3.	58
Figura 27. <i>Pegantha triloba</i> .	59
Figura 28. <i>Pegantha</i> sp.	59
Figura 29. <i>Solmundella bitentaculata</i> .	59
Figura 30. <i>Aglaura hemistoma</i> .	60



Figura 31. <i>Liriope tetraphylla</i> .	60
Figura 32. <i>Rhopalonema velatum</i> .	60
Figura 33. Densidad de hidromedusas (ind/100m ³) encontradas en el OPC durante el periodo 23 de junio a 12 de julio de 2001.	61
Figura 34. Distribución superficial de los principales taxa de hidromedusas (ind/100m ³) encontrados en el OPC durante el periodo 23 de junio a 12 de julio de 2001. Densidad baja (<16), media (16-205), alta (>205).	63
Figura 35. Densidad de hidromedusas (ind/100m ³) encontradas en el OPC durante el periodo 27 de agosto a 15 de septiembre de 2001.	64
Figura 36. Distribución superficial de los principales taxa de hidromedusas (ind/100m ³) encontrados en el OPC durante el periodo 27 de agosto a 15 de septiembre de 2001. Densidad baja (<16), media (16-205), alta (>205).	66
Figura 37. Densidad de hidromedusas (ind/100m ³) encontradas en el OPC durante el periodo 03 a 22 de septiembre de 2002.	67
Figura 38. Distribución superficial de los principales taxa de hidromedusas (ind/100m ³) encontrados en el OPC durante el periodo 03 a 22 de septiembre de 2002. Densidad baja (<16), media (16-205), alta (>205).	69
Figura 39. Densidad de hidromedusas (ind/100m ³) encontradas en el OPC durante el periodo 01 a 21 de septiembre de 2003.	70
Figura 40. Distribución superficial de los principales taxa de hidromedusas (ind/100m ³) encontrados en el OPC durante el periodo 01 a 21 de septiembre de 2003. Densidad baja (<16), media (16-205), alta (>205).	72
Figura 41. Densidad de hidromedusas (ind/100m ³) encontradas en el OPC durante el periodo 18 de septiembre a 08 de octubre de 2004.	73
Figura 42. Distribución superficial de los principales taxa de hidromedusas (ind/100m ³) encontrados en el OPC durante el periodo 18 de septiembre a 08 de octubre de 2004. Densidad baja (<16), media (16-205), alta (>205).	75
Figura 43. Frecuencia de aparición y abundancia relativa de hidromedusas (%) encontradas en el OPC durante el periodo 23 de junio a 12 de julio de 2001.	82
Figura 44. Frecuencia de aparición y abundancia relativa de hidromedusas (%) encontradas en el OPC durante el periodo 27 de agosto a 15 de septiembre de 2001.	83
Figura 45. Frecuencia de aparición y abundancia relativa de hidromedusas (%) encontradas en el OPC durante el periodo 03 a 22 de septiembre de 2002.	84
Figura 46. Frecuencia de aparición y abundancia relativa de hidromedusas (%) encontradas en el OPC durante el periodo 01 a 21 de septiembre de 2003.	84



Figura 47. Frecuencia de aparición y abundancia relativa de hidromedusas (%) encontradas en el OPC durante el periodo 18 de septiembre a 08 de octubre de 2004.	85
Figura 48. a. Dendrograma de distancia euclidiana (índice cofenético = 0,94) y b. NMDS (estrés = 0,09) entre las estaciones de estudio en el OPC, elaborados con las variables abióticas. Periodo 23 de junio a 12 de julio de 2001.	87
Figura 49. a. Dendrograma de distancia euclidiana (índice cofenético = 0,87) y b. NMDS (estrés = 0,07) entre las estaciones de estudio en el OPC, elaborados con las variables abióticas. Periodo 27 de agosto a 15 de septiembre de 2001.	89
Figura 50. a. Dendrograma de distancia euclidiana (índice cofenético = 0,82) y b. NMDS (estrés = 0,15) entre las estaciones de estudio en el OPC, elaborados con las variables abióticas. Periodo 03 a 22 de septiembre de 2002.	91
Figura 51. a. Dendrograma de distancia euclidiana (índice cofenético = 0,80) y b. NMDS (estrés = 0,12) entre las estaciones de estudio en el OPC, elaborados con las variables abióticas. Periodo 01 a 21 de septiembre de 2003.	93
Figura 52. a. Dendrograma de distancia euclidiana (índice cofenético = 0,93) y b. NMDS (estrés = 0,17) entre las estaciones de estudio en el OPC, elaborados con las variables abióticas. Periodo 18 de septiembre a 08 de octubre de 2004.	95
Figura 53. a. Dendrograma de distancia euclidiana (índice cofenético = 0,83) y b. NMDS (estrés = 0,11) elaborados con la temperatura y salinidad superficiales de las 16 estaciones comunes entre los cinco periodos de estudio en el OPC.	98
Figura 54. a. Dendrograma de distancia euclidiana (índice cofenético = 0,82) y b. NMDS (estrés = 0,16) elaborados con la temperatura, salinidad y oxígeno disuelto superficiales de las 25 estaciones comunes entre los periodos estudiados de 2002 a 2004 en el OPC.	100
Figura 55. Análisis de factores entre las variables abióticas y bióticas en el OPC durante el periodo 23 de junio a 12 de julio de 2001.	108
Figura 56. Análisis de factores entre las variables abióticas y bióticas en el OPC durante el periodo 27 de agosto a 15 de septiembre de 2001.	109
Figura 57. Análisis de factores entre las variables abióticas y bióticas en el OPC durante el periodo 03 a 22 de septiembre de 2002.	109
Figura 58. Análisis de factores entre las variables abióticas y bióticas en el OPC durante el periodo 01 a 21 de septiembre de 2003.	110
Figura 59. Análisis de factores entre las variables abióticas y bióticas en el OPC durante el periodo 18 de septiembre a 08 de octubre de 2004.	110
Figura 60. a. Dendrograma de clasificación (índice cofenético = 0,88) y b. NMDS (estrés = 0,13) entre las estaciones de estudio en el OPC, elaborados con las densidades de hidromedusas. Periodo 23 de junio a 12 de julio de 2001.	112



- Figura 61. a.** Dendrograma de clasificación (índice cofenético = 0,85) y **b.** NMDS (estrés = 0,10) entre las estaciones de estudio en el OPC, elaborados con las densidades de hidromedusas. Periodo 27 de agosto a 15 de septiembre de 2001. 115
- Figura 62. a.** Dendrograma de clasificación (índice cofenético = 0,81) y **b.** NMDS (estrés = 0,15) entre las estaciones de estudio en el OPC, elaborados con las densidades de hidromedusas. Periodo 03 a 22 de septiembre de 2002. 119
- Figura 63. a.** Dendrograma de clasificación (índice cofenético = 0,89) y **b.** NMDS (estrés = 0,12) entre las estaciones de estudio en el OPC, elaborados con las densidades de hidromedusas. Periodo 01 a 21 de septiembre de 2003. 123
- Figura 64. a.** Dendrograma de clasificación (índice cofenético = 0,81) y **b.** NMDS (estrés = 0,13) entre las estaciones de estudio en el OPC, elaborados con las densidades de hidromedusas. Periodo 18 de septiembre a 08 de octubre de 2004. 127
- Figura 65. a.** Dendrograma de clasificación (índice cofenético = 0,84) y **b.** NMDS (estrés = 0,14) de las 16 estaciones comunes entre los cinco periodos de muestreo en el OPC, elaborados con las densidades de hidromedusas. 130



LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Datos bióticos y abióticos registrados en el OPC durante el período 23.Jun-12.Jul.01. Día: 6:00-18:00; Noche: 18:01-05:59. * Datos no determinados.

Anexo B. Datos bióticos y abióticos registrados en el OPC durante el período 27.Ago-15.Sep.01. Día: 6:00-18:00; Noche: 18:01-05:59. * Datos no determinados.

Anexo C. Datos bióticos y abióticos registrados en el OPC durante el período 03-22.Sep.02. Día: 6:00-18:00; Noche: 18:01-05:59. * Datos no determinados.

Anexo D. Datos bióticos y abióticos registrados en el OPC durante el período 01-21.Sep.03. Día: 6:00-18:00; Noche: 18:01-05:59. * Datos no determinados.

Anexo E. Datos bióticos y abióticos registrados en el OPC durante el período 18.Sep-08.Oct.04. Día: 6:00-18:00; Noche: 18:01-05:59. * Datos no determinados.

Anexo F. Reportes de diferentes autores de los taxa de hidromedusas más abundantes en estudios realizados en el Pacífico Oriental. * Datos no disponibles.

Anexo G. Correlación de Spearman entre las variables abióticas y bióticas en la superficie del OPC en cada uno de los cinco periodos de muestreo. P= P valor, R= Valor de correlación.

Anexo H. Correlaciones obtenidas con el análisis de factores entre las variables abióticas y bióticas en el OPC en cada uno de los cinco periodos de muestreo.

Anexo I. Valores de las medidas de diversidad de hidromedusas en el OPC registrados en las estaciones muestreadas durante el período 23.Jun-12.Jul.01.

Anexo J. Valores de las medidas de diversidad de hidromedusas en el OPC registrados en las estaciones muestreadas durante el período 27.Ago-15.Sep.01.

Anexo K. Valores de las medidas de diversidad de hidromedusas en el OPC registrados en las estaciones muestreadas durante el período 03-22.Sep.02.

Anexo L. Valores de las medidas de diversidad de hidromedusas en el OPC registrados en las estaciones muestreadas durante el período 01-21.Sep.03.

Anexo M. Valores de las medidas de diversidad de hidromedusas en el OPC registrados en las estaciones muestreadas durante el 18.Sep-08.Oct.04.

Anexo N. Valores de las medidas de diversidad de hidromedusas relacionando los cinco periodos de estudio en el OPC.

Anexo O. Valores de las medidas de diversidad de hidromedusas en el OPC registrados en las 16 estaciones comunes entre los cinco periodos de estudio.



RESUMEN

Se evaluó la variación espacio-temporal superficial de la abundancia, composición y diversidad de la comunidad de hidromedusas en el Océano Pacífico Colombiano (OPC); además, la posible influencia sobre ella, de la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, clorofila *a*, biomasa de mesozooplankton y hora de captura. Se incluyeron los periodos 23.Jun-12.Jul.01, 27.Ago-15.Sep.01, 03-22.Sep.02, 01-21.Sep.03 y 18.Sep-08.Oct.04, analizando un total de 128 muestras de zooplankton, obtenidas mediante arrastres superficiales con una red cónica de 50 cm de abertura. El cuadro general de las variables consideradas enmarcó condiciones normales, aún en el periodo 03-22.Sep.02, que hizo parte de un episodio El Niño moderado-débil, debido a que sólo se analizaron los datos de superficie. Las abundancias más altas de hidromedusas se presentaron durante los periodos 03-22.Sep.02 (El Niño) y 18.Sep-08.Oct.04, quizás por la mayor oferta de alimento, evidenciándose, en general, su migración vertical a la superficie en horas de oscuridad. Aunque en varios de los periodos de estudio se presentaron correlaciones estadísticas significativas entre la abundancia de hidromedusas y las variables consideradas, no puede asegurarse que exista una influencia considerable de las mismas sobre la comunidad de estos organismos. Se identificaron 18 especies, baja riqueza y diversidad, encontrándose que *Aglaura hemistoma*, *Liriope tetraphylla* y *Cytaeis tetrastyla* son especies euríticas del OPC, área para la cual se reportan *Eirene Lactea*, *Pegantha triloba* y *Porpita porpita* por primera vez. No se observó un patrón de distribución espacio-temporal, sino agregaciones típicas del plancton, que suelen ser ocasionadas por la concentración de alimento, dinámica hidrológica y migraciones circadianas, principalmente. Este tipo de distribución, la variación de los índices de diversidad por periodo de estudio, el que no se presentara una secuencia clara en la aparición de especies exclusivas, características o generalistas, a lo largo de los cinco periodos estudiados, y que la similaridad entre las estaciones se explique por los valores de las variables abióticas o bióticas, más que por su ubicación (costeras, intermedias u oceánicas) o por la hora de los registros, reflejan la complejidad oceanográfica del OPC.

Palabras clave: hidromedusas, comunidad, variación espacio-temporal, Pacífico colombiano, ERFEN.



INTRODUCCIÓN

Los zoopláncteres gelatinosos marinos tienen una gran actividad depredadora, lo cual impacta en la estructura y dinámica del resto de organismos zooplanctónicos (Mackie *et al.*, 1987 En: Apablaza & Palma, 2003). Debido a que en algunos casos dominan dentro del macrozooplancton (Robison *et al.*, 1998 En: Raskoff *et al.*, 2003), pueden ser muy importantes para mantener niveles tróficos superiores (Avaria *et al.*, 1989; Bravo, 1993 En: Palma & Rosales, 1995). Teniendo esto en cuenta, Suárez *et al.* (1995), plantean que el estudio de la dinámica de este grupo, puede ser un importante aporte para un mayor entendimiento del funcionamiento ecológico de un sistema costero.

Por otra parte, la distribución de estos organismos, especialmente de las hidromedusas, está influenciada por factores como la salinidad, la temperatura, los nutrientes y el régimen de corrientes de la zona en que habiten (Ramírez & Zamponi, 2001; Suárez *et al.*, 2002 En: Domínguez, 2002).

Palma & Rosales (1995), también afirman que la distribución temporal del zooplancton gelatinoso en zonas costeras está fuertemente influenciada por la temperatura que puede afectar positivamente la abundancia y diversidad de sus poblaciones. Benović *et al.* (1987, 2000), plantean que las hidromedusas que presentan alternancia de fases pelágica (hidromedusa) y bentónica (hidroide) pueden ser sensibles a cambios ambientales y su distribución se ve afectada por el transporte que responde a patrones de circulación de un área determinada.

En los últimos años se han incrementado los estudios que buscan comprender la distribución espacial y temporal de los organismos gelatinosos carnívoros y su papel ecológico en los sistemas costeros, debido a su elevado impacto trófico; sin embargo, los estudios sobre el zooplancton gelatinoso del Pacífico Sur Oriental son escasos y se



han realizado principalmente frente a la costa norte y central de Chile. (Palma & Rosales, 1995; Palma & Apablaza, 2004).

Aunque a nivel mundial existe cierto conocimiento de los impactos ocurridos sobre la fauna marina durante el calentamiento de las aguas, tanto superficiales como subsuperficiales, causado por los eventos El Niño, no hay información suficiente para determinar exactamente en qué forma se afecta dicha fauna, específicamente la zooplanctónica en Colombia (DNPAD, 1998).

En el caso de las hidromedusas, no sólo en aguas colombianas, sino también en el mundo, la información acerca de la dinámica de las diferentes poblaciones que componen esa comunidad, así como las variaciones que éstas sufren por causa de cambios en las condiciones ambientales, *e. g.* El Niño, sigue siendo escasa (Raskoff *et al.*, 2003).

En el Caribe colombiano, el estudio realizado por Domínguez (2002), incluye las hidromedusas y sifonóforos de la bahía de Gaira, relacionándolos con la oferta alimentaria de ese sistema; además, menciona varios trabajos, que incluyen el análisis de la abundancia, riqueza, caracterización estructural y distribución de las hidromedusas en algunas áreas del Caribe colombiano, como las bahías de Cartagena, Santa Marta y Gaira, el golfo de Salamanca y el Parque Nacional Natural Tayrona (Moncaleano & Niño, 1976; Flórez, 1981; López, 1990; Lozano, 1991; Mendoza & Rojas, 2000; Vanegas, 2002 En: Domínguez, 2002).

En el Océano Pacífico Colombiano (OPC) sólo se cuenta con dos trabajos previos: Cely & Chiquillo (1993) -quienes también estudiaron los quetognatos y sifonóforos de la región costera y la relación de su distribución y la de las hidromedusas con la salinidad y la temperatura- registraron 22 especies de hidromedusas, distribuidas en particular a lo largo de la costa, con presencia menos evidente en las zonas influenciadas por aguas continentales, atribuyéndolo a la temperatura, inferior al margen de tolerancia de las especies halladas. Fúquen (2003), por su parte, evaluó la



distribución y abundancia de estos organismos en 11 estaciones repartidas en todo el OPC, identificando ocho especies, con tendencia a aparecer en mayor número en aguas intermedias y relativamente cercanas a la costa.

Es pertinente anotar que en el Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar, llevado a cabo en mayo de 2007 en Florianópolis (Brasil), se presentaron algunos resultados de la presente investigación, señalando que las abundancias más altas de hidromedusas se correlacionaron con la mayor oferta de alimento, en particular durante la noche, evidenciándose su migración nocturna a la superficie y que las especies más representativas por su abundancia en el OPC son *Aglaura hemistoma*, *Liriope tetraphylla* y *Cytaeis tetrastyla* (Baldrich & López, 2007).

A lo largo del Pacífico Oriental se han realizado algunos estudios de hidromedusas, analizando su abundancia y distribución geográfica y vertical (Segura, 1984; Apablaza & Palma, 2003; Palma & Apablaza, 2004 y Segura *et al.*, 2003). Cabe resaltar el de Segura (1984) -tal vez el más completo efectuado en esta región- donde se analiza la distribución y abundancia de 61 especies de la zona epipelágica trópico-ecuatorial, así como sus relaciones ecológicas y oceanográficas, dentro del proyecto EASTROPAC (Eastern Tropical Pacific) (febrero/67-marzo/68). Segura (1984) cita varios trabajos precursores y agrega que en ellos se proporcionan listas de especies, descripciones e información sobre la distribución y sistemática de este grupo tan complejo; allí se incluye el trabajo realizado por Kramp (1968) (no disponible para el presente trabajo), el cual se deduce, es de gran importancia, ya que es un estudio extenso de las hidromedusas que habitan los océanos Índico y Pacífico, que incluye la diagnosis, ilustraciones y claves para identificación, para hacer una comparación de la fauna del océano Pacífico con la del Atlántico. Alvaríño (1999), por su parte, hizo especial referencia a aguas de California y Baja California, evaluando la abundancia batimétrica estacional nictimeral.

Otros estudios no correspondientes al Pacífico son, por ejemplo, los de Canché & Castellanos (2005), quienes analizaron la distribución, abundancia y composición de medusas en el Caribe mejicano reportando 13 especies de hidromedusas; Benović *et al.* (2005), quienes estudiaron la distribución batimétrica de las medusas en aguas



abiertas en el centro y sur del mar Adriático reportando 28 especies; Gili *et al.* (1998), que registraron 41 especies de hidromedusas halladas en aguas profundas del mediterráneo y, por último, el realizado por Segura & Ordóñez (1994) en el Caribe mejicano, en el que estudiaron la abundancia, diversidad y composición de 48 especies de hidromedusas.

Palma & Rosales (1995), afirman que el conocimiento de la estructura comunitaria del macroplancton, en general, permite visualizar posibles cambios que puede experimentar el ecosistema frente a fluctuaciones del ambiente y frente a alteraciones causadas por procesos oceanográficos como El Niño.

En relación con lo anterior, Fernández & Färber (2006), hicieron una reseña de los patrones del zooplancton y la relación con factores oceanográficos que afectan su distribución abundancia y relaciones tróficas en el Pacífico Oriental Tropical.

En cuanto al OPC, estudios recientes que incluyen las variables oceanográficas y el zooplancton, a nivel general, son el de López *et al.* (2005) y otros donde se ha contemplado la relación de El Niño y La Niña con la composición, distribución y abundancia de algunos organismos, en particular, por ejemplo, poliquetos y quetognatos (Fonseca, 2000), quetognatos (García, 2003; López, 2004) e ictioplancton (Escobar, 2004; Riveros, 2005).

De acuerdo con CPPS & SHOA (2005), en la década de los 70 varias instituciones de investigación marina de la región del Pacífico sur comenzaron el estudio de El Niño, destacándose la expedición: El Niño Watch (1975), realizada con el RV Moana Wave de la Universidad de Hawai. En los años 1999-2004, se efectuaron una serie de expediciones del Crucero Regional Conjunto del Pacífico Sudeste, incluyendo cinco buques oceanográficos de los cuatro países pertenecientes al Pacífico sur (Colombia, Ecuador, Perú y Chile). Estas expediciones fueron la continuación de la realizada por primera vez en 1998, cuando se organizó la más grande exploración simultánea oceanográfica en el Pacífico sudeste hasta ese año, con la cual se obtuvo una imagen ambiental sinóptica del evento El Niño 1997-1998 que se hallaba en su etapa de declinación. En el mismo documento se menciona que entre los años 80 y 90, los



cuatro países realizaron cruceros oceanográficos dentro del Programa ERFEN de la Comisión Permanente de Pacífico Sur (CPPS), con el fin de contribuir al conocimiento del Pacífico suroriental. Se agrega que en 1980 y 1985 Ecuador y Perú participaron en los programas: The Perú Current Project, Equatorial Pacific Ocean Climate Studies y Coastal Upwelling Ecosystems Analysis.

Los eventos cálidos anómalos conocidos como El Niño hacen parte del ciclo El Niño-La Niña-Oscilación del Sur, el cual se manifiesta en el OPC generando mayor variabilidad climática interanual e incrementando el nivel medio y la temperatura superficial del mar entre 2 y 3°C por encima de lo normal (CAF, 2000). Estos cambios influyen, no sólo en la dinámica hidrológica de esta región, sino también en la biota, incluyendo las comunidades planctónicas (CCCP, 2002).

Teniendo en cuenta todo lo expuesto anteriormente, sumado a los cambios climáticos que ocasiona El Niño en el OPC, principalmente en las características oceanográficas (CCCP, 2002), y a la probable dependencia de las hidromedusas a las mismas, los objetivos del presente estudio fueron evaluar la variación espacio-temporal de la abundancia general y la composición y diversidad de la comunidad de hidromedusas, además de establecer la posible influencia de factores abióticos como la temperatura, salinidad y oxígeno disuelto sobre dichos organismos en la superficie. Se escogieron cinco períodos, que incluyen un episodio cálido de moderado a débil (Devis, 2003), para determinar posibles variaciones en ese componente del zooplancton, dado que las hidromedusas son potencialmente indicadoras de los cambios en las variables oceanográficas y masas de agua (Zamponi *et al.*, 1992 En: Domínguez, 2002).

Este trabajo se enmarca dentro de los estudios de la variación espacio-temporal del zooplancton durante los cruceros de la serie ERFEN (Estudio Regional del Fenómeno El Niño) en el OPC, llevados a cabo por la Universidad Militar “Nueva Granada” (UMNG) desde 2001. Los resultados se consideran insumos muy importantes para el desarrollo del Programa de la UMNG: Dinámica ecológica del zooplancton en el Océano Pacífico Colombiano. Cruceros 2007-2010 de la serie ERFEN” (López, 2006).



1. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio corresponde al OPC, comprendido entre los 01°30' y 6° 30' de latitud norte y entre los 77° 45' y 84° 00' de longitud oeste. Al sur bordea la frontera con Ecuador, al norte la frontera con Panamá (INVEMAR, 2000), y al oriente está limitada por 1.300 km de costa (Escobar, 2005) (Figura 1).

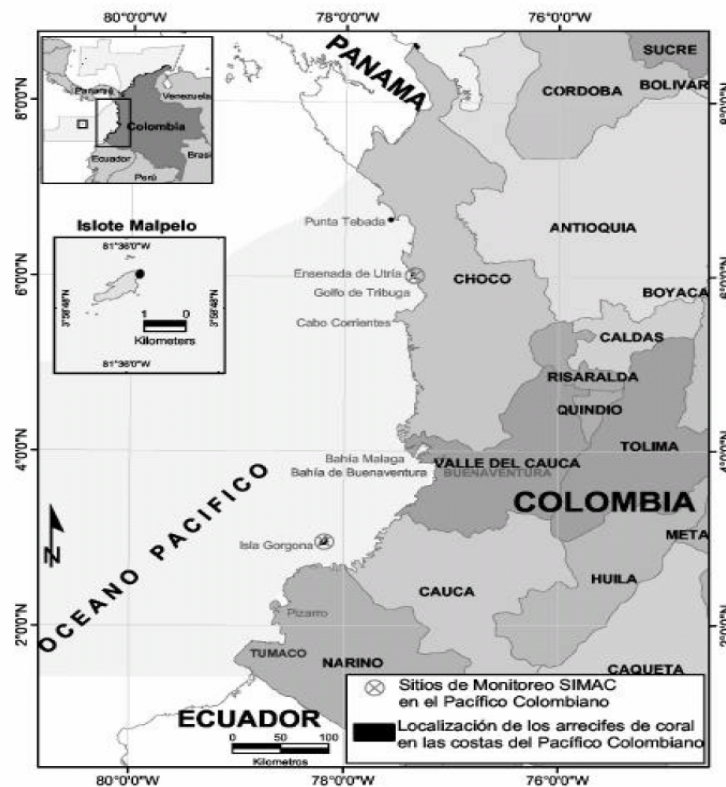


Figura 1. Mapa del Océano Pacífico Colombiano (Tomado de INVEMAR, 2001).

Según López *et al.* (2005), con base en varios autores (e. g. Forsbergh, 1963; Wyrtyk, 1965; Stevenson *et al.*, 1970; CCCP, 2002; Devis, 2003; Villegas, 2002, 2003), en términos generales, las características del OPC pueden resumirse así: es una región extensa (ca. 349.000 Km²) de gran importancia estratégica, social, económica y científica, considerada una de las más lluviosas del mundo. Está influenciada por eventos ENOS y tiene una dinámica hidrológica compleja, donde durante casi todo el año ocurren procesos temporales de surgencia oceánica y costera (al norte de Cabo Corrientes durante los primeros meses del año), al igual que efectos de cabo e isla,



(Gorgona y Malpelo) y remolinos de alta productividad planctónica, además de un amplio rango de mareas de máximo 6 m. En condiciones normales, la temperatura del mar varía entre 27,0 - 28,0°C, la salinidad entre 30,0 - 34,9 y la clorofila *a* entre 0 - 4,6 mg/m⁻³.

Las áreas marinas y costeras del Pacífico colombiano han sido divididas en nueve ecorregiones, según (INVEMAR, 2000): Pacífico Norte, Baudó, Buenaventura, Naya, Sanquianga, Tumaco, Gorgona, Malpelo y Pacífico Oceánico. Éstas fueron definidas con base en el aportes de aguas dulces, sedimentos y contaminantes por descargas de ríos y ciénagas; amplitud, rasgos geomorfológicos y tipos de sedimentos de la plataforma continental; rasgos geomorfológicos de la costa; ocurrencia estacional o permanente de afloramientos de masas de aguas subsuperficiales; grado de exposición o nivel de energía del oleaje; presencia de unidades ecológicas particulares, o de mosaicos de éstas, y productividad biológica de la columna de agua y de los ecosistemas costeros. Salvo algunas excepciones, el límite marino de las ecorregiones costeras coincide con la isóbata de 200 m, que corresponde generalmente al límite convencional de la plataforma continental y que separa los ámbitos nerítico (o costero) y pelágico (u oceánico).

1.1 CLIMA

En cuanto a la climatología, Forsbergh (1963) afirma que la región se encuentra en una zona de baja presión atmosférica conocida como Concavidad Ecuatorial de Baja Presión, en la cual se encuentra la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) y se asocian corrientes de viento variables, masas de nubes y precipitaciones fuertes; la ZCIT no se presenta como una franja fija, sino que, debido a los procesos atmosféricos, se moviliza permanentemente, lo cual se ve reflejado en los cambios diarios de las condiciones climáticas.

En el área del Pacífico colombiano la interacción con una circulación de tipo monzónico -que se desarrolla en la zona ecuatorial- aporta humedad al sur de la



vertiente oeste de la cordillera Occidental. En el sector norte, un sistema permanente dirige la humedad hacia la cordillera, haciendo de ésta región una de las más lluviosas del mundo, donde llueve todo el año, con períodos de mayor abundancia y frecuencia en agosto-noviembre, en la parte norte y centro, y en enero-junio en la parte sur (CAF, 2000). El promedio acumulado de precipitación para toda la zona costera del Pacífico colombiano es de 17.057 mm/año (Eslava, 1994 En: CCCP, 2002).

Cabrera (1992), señala que el Pacífico colombiano se caracteriza por presentar dos períodos climáticos definidos como seco y húmedo, los cuales inciden en forma cíclica en las condiciones físicas del océano. Además, plantea la existencia de dos masas de agua: una superficial (desde la superficie hasta los 75 m de profundidad), influenciada por la corriente de Colombia, aportes continentales y fenómenos meteorológicos, y una subsuperficial (75 m de profundidad en adelante).

Teniendo en cuenta sus características meteorológicas, según el CCCP (2002), la costa del OPC podría dividirse en las zonas: **Norte** (07°08'-04°57'N aprox.); se caracteriza por sus altos índices de precipitación durante el año (6.452 mm/año), con los valores más bajos en el primer trimestre y los más altos en mayo y agosto. **Centro** (04°57'-03°00'N aprox.), con un clima predominantemente cálido, húmedo y con altas temperaturas y precipitaciones la mayor parte del año. **Sur** (03°00'-01°36'N aprox.), cuyo promedio histórico de pluviosidad anual es de 2.300 mm.

1.2 VIENTOS

En el Pacífico ecuatorial convergen los vientos Alisios. En el área del Pacífico colombiano, de junio a noviembre predominan los vientos Alisios del sureste, que comienzan a debilitarse de noviembre a enero. Los Alisios del noreste se intensifican entre enero y abril; sin embargo, durante ese mismo período en la zona sur también influyen los Alisios del sureste. De abril a junio el comportamiento de los Alisios cambia de nuevo (CCCP, 2002).

Como resultado de alteraciones océano-atmosféricas en el Pacífico ecuatorial, el aporte de energía de los Alisios puede generar condiciones propicias para que se presenten cambios físicos en la superficie marina, marcando la diferencia en la



intensidad y dirección de estos vientos, que se hacen particularmente importantes para la cuenca del Pacífico colombiano (CPPS & SHOA, 2005).

1.3 HIDROGRAFÍA Y CORRIENTES

En cuanto a la hidrografía de la zona costera del Pacífico colombiano, se presenta una clara división de Cabo Corrientes, hacia el norte, donde la proximidad a la costa de la Serranía del Baudó no permite que se formen corrientes grandes, a pesar de la precipitación alta. Hacia el sur, cuenta con ríos caudalosos abastecidos por la alta precipitación, como el Baudó y el San Juan, el cual forma un delta en el límite de los departamentos del Chocó y Valle. En la bahía de Buenaventura, los ríos Anchicayá y Dagua descargan sus aguas, que traen una importante carga sedimentaria, y más al sur se encuentran numerosos ríos como el Patía y el Mira (INGEOMINAS, 1998 En: INVEMAR, 2004).

La primera referencia de la dinámica hidrológica superficial en el Pacífico oriental tropical corresponde a Wyrcki (1965), quien, dentro de los principales aspectos, señala que, a causa de la ubicación de la ZCIT cerca de los 10°N, la Corriente Ecuatorial del Norte se desarrolla totalmente de agosto a diciembre y vuelve a formarse de mayo a julio. Esa corriente fluye hacia el norte, entrando en la Corriente Costera de Costa Rica, la cual, en ese período llega hasta Cabo Corrientes en Colombia. Allí también se observa la influencia de la Corriente del Golfo de Panamá y la Contracorriente Ecuatorial (CCE).

Cantera (1993) menciona, además, la Corriente de Colombia, que parte de una rama del remolino ciclónico elíptico que se forma en el área de la isla Gorgona y fluye hacia el norte, permitiendo así la entrada de aguas oceánicas con temperaturas más bajas hacia la costa y arrastrando aguas de baja salinidad (CCCP, 2002).

Aunque el CCCP (2002) y Tchantsev & Cabrera (1998), anotan que la Corriente del Perú (CP) o Humboldt llega hasta la zona sur del OPC enfriando ese sector, Wyrcki (1965) y Forsbergh (1969), aclaran que aquella se desprende de la costa, a partir de los 5° de latitud sur; por lo tanto, el transporte de aguas subantárticas por esta



corriente no tiene una influencia directa sobre la circulación de las corrientes de la Ensenada de Panamá (Cantera 1993), donde se ubica el OPC.

Tchantsev & Cabrera (1998) agregan que la CP y CCE cambian de intensidad por la influencia de las oscilaciones entre-anales de la ZCIT, generándose en el OPC variaciones en la distribución de la temperatura (relacionadas con el desplazamiento de la ZCIT) y la salinidad (consecuencia de la precipitación y los aportes fluviales); además, según el desplazamiento de la ZCIT, hay cambio de intensidad y dirección del viento: Cuando prevalecen los Alisios del noreste se amplía la CCE y se produce un aumento en la temperatura superficial, cuando predominan los Alisios del sureste se intensifica la CP. Otro aspecto importante, es que en el OPC la formación de corrientes ocurre en dos capas, una superficial, por encima de la termoclina, y una inferior, por debajo del máximo gradiente vertical de temperatura.

La topografía dinámica superficial general en el OPC se esquematiza a continuación (Figura 2).

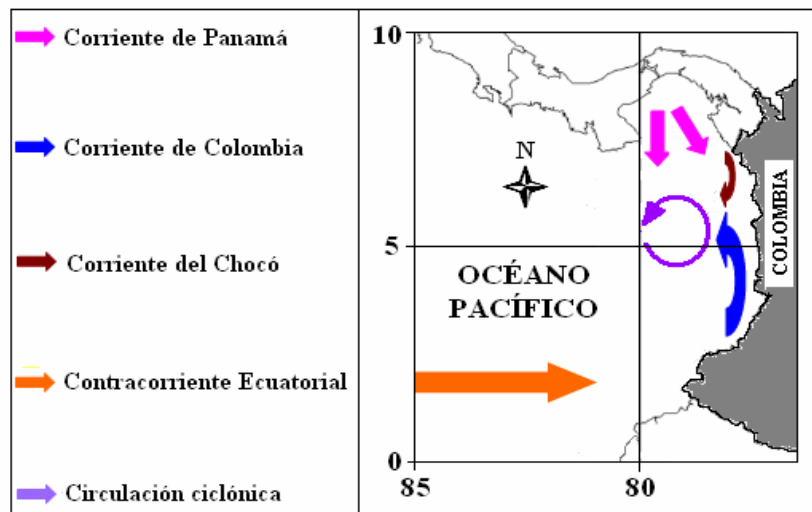


Figura 2. Principales corrientes superficiales que influyen el OPC. Suministrado por López, 2007, Programa de Biología Aplicada, Universidad Militar Nueva Granada.

1.4 TEMPERATURA Y SALINIDAD SUPERFICIAL DEL MAR

En general, en las aguas superficiales del OPC estas dos variables están determinadas por dos factores: El primero, las fuentes de agua dulce y la relación



evaporación-precipitación que afectan las aguas costeras; el segundo, los patrones de circulación que influyen en las aguas oceánicas (CCCP, 2002).

Durante el año en la superficie se pueden observar dos máximos (27,5 y 27,7 °C) y dos mínimos (26,4 y 26,7 °C) de temperatura. Los primeros se observan en junio y diciembre, desde la región costera hacia la parte central del OPC y los segundos de febrero a marzo y de septiembre a octubre. En cuanto a la salinidad, se ve una diferencia marcada entre las aguas costeras, con salinidades bajas (30,2 en promedio), y las oceánicas, con salinidades altas (32,8 en promedio). Los máximos de salinidad (33,0 – 34,4) se observan de febrero a marzo y los mínimos en diciembre (< 30,0 en la costa y hasta 31,6 en la parte oceánica) (Málikov, 1998 En: CCCP, 2002).

1.5 SURGENCIAS

Las surgencias son movimientos ascendentes, en los cuales las aguas que se encuentran en niveles subsuperficiales son transportadas hacia la superficie, desde profundidades menores de 100-200 m. De esta manera se produce un aporte de nutrientes a las aguas superficiales, las cuales están empobrecidas a causa del consumo biológico. En el océano se distinguen tres tipos de surgencias: oceánica, costera y ecuatorial. La segunda es muy importante porque determina contrastes climáticos y biológicos, y crea las condiciones necesarias para una gran productividad biológica (Tomczak & Godfrey, 1994 En: CCCP, 2002).

Según el CCCP (2002), en el OPC se observan afloramientos de aguas durante todo el año. Hay surgencias, siempre desde la capa 300-400 m, en el noreste (excepto agosto a octubre), sobre los 80°O (excepto junio), y a lo largo de los 81°30'O (excepto octubre). En las épocas febrero-abril y noviembre-diciembre ocurre la mayor intensidad y extensión de las zonas de surgencia, y comienzan a disminuir en mayo, haciéndose menores de agosto a octubre. Estos ascensos de agua también dependen del desplazamiento de los frentes atmosféricos que se crean a partir del movimiento de la ZCIT.



2. METODOLOGÍA

2.1 FASE DE CAMPO

En las aguas jurisdiccionales del OPC el CCCP (Centro Control Contaminación del Pacífico) estableció una red de 113 estaciones, separadas por una distancia de 30 mn en las aguas costeras y por 60 mn en las intermedias y oceánicas. La red inicia con la estación número uno, localizada en las coordenadas 06°30'00"N y 77°45'0"O, y termina con la 113, en los 02°00'00"N y 84°00'00"O.

Las muestras analizadas se tomaron en las estaciones denominadas biológicas (captura de zooplancton y determinación de clorofila *a*), cuyo número varió en cada período de estudio (Tabla 1). De acuerdo con la hora, las estaciones fueron consideradas como diurnas (06:00-18:00 h) y nocturnas (18:01-05:59 h). Se estudiaron muestras obtenidas en cinco cruceros de investigación de la serie PACÍFICO-ERFEN, así: 23 de junio-12 de julio de 2001, 27 de agosto-15 de septiembre de 2001, 03-22 de septiembre de 2002 (El Niño), 01-21 de septiembre de 2003 y 18 de septiembre-08 de octubre de 2004 (Figura 3). En el período 27 de agosto-15 de septiembre de 2001 se utilizó el B/O (Buque Oceanográfico) ARC (Armada de la República de Colombia) PROVIDENCIA y en los demás el B/O ARC MALPELO.

Tabla1. Total de estaciones biológicas y no biológicas en el OPC consideradas en cada uno de los cinco períodos de muestreo.

Periodos de muestreo	Crucero	Estaciones	
		Total	Biológicas
23.Jun-12.Jul.01	PACÍFICO XXXIV - ERFEN XXXII	60	30
27.Ago-15.Sep.01	PACÍFICO XXXV - ERFEN XXXIII	41	23
03-22.Sep.02	PACÍFICO XXXVII - ERFEN XXXV	44	25
01-21.Sep.03	PACÍFICO XXXVIII - ERFEN XXXVI	40	25
18.Sep-08.Oct.04	PACÍFICO XXXIX - ERFEN XXXVII	43	25

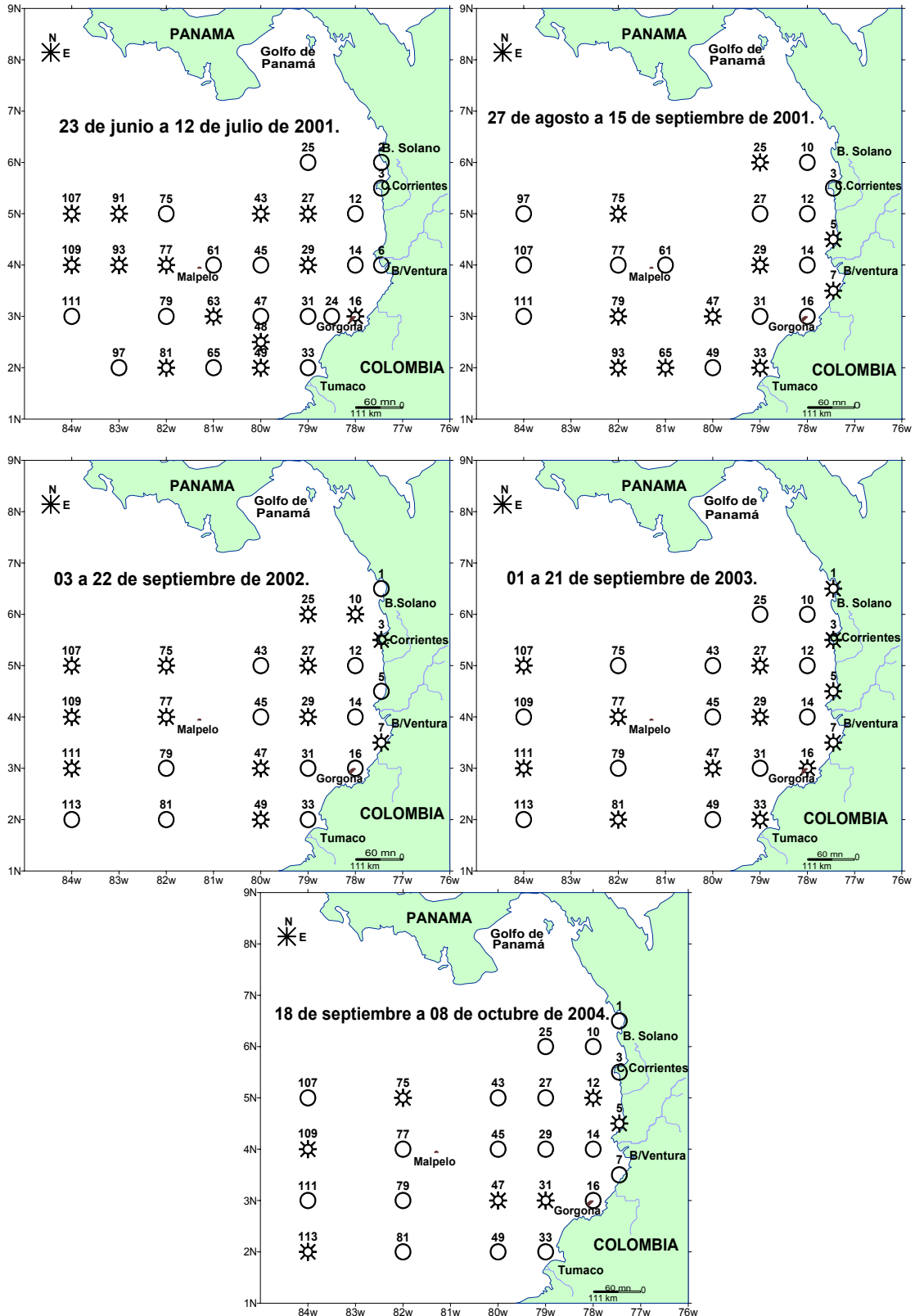


Figura 3. Ubicación de las estaciones biológicas (zooplancton y clorofila a) en el OPC durante los cinco períodos de muestreo. ☀ Estaciones diurnas (06:00-18:00 h) ○ Estaciones nocturnas (18:01-05:59 h).



Con el objeto primordialmente práctico de facilitar las descripciones de las variaciones espacio-temporales de los factores bióticos y abióticos considerados, con base en la cercanía a la línea de costa de las estaciones de estudio, se definieron tres sub-áreas, así: costera, intermedia y oceánica (Figura 4).

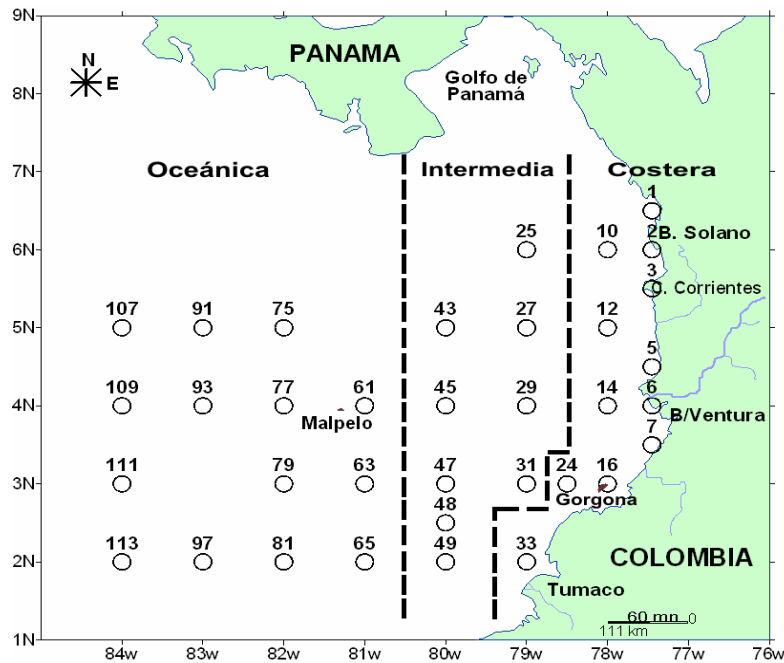


Figura 4. Sub-áreas delimitadas en el OPC para el presente estudio, según la ubicación de las estaciones durante los cinco períodos considerados.

2.1.1 Variables físico-químicas.

Durante cada muestreo se midió la temperatura superficial con un termómetro de cazoleta y se registró la conductividad (para establecer la salinidad), temperatura y densidad de la columna de agua, con una sonda CTD (Conductividad, Temperatura, Densidad) Sea Bird Electronics modelo 19, propiedad del Centro de Control de Contaminación del Pacífico (CCCP), entidad que facilitó esta información a la UMNG para los respectivos análisis de la superficie marina con el componente biótico en el mismo estrato. Adicionalmente se tomaron muestras de agua, mediante botellas Niskin, para realizar los análisis de clorofila *a* y de oxígeno disuelto; los datos de estas variables también fueron suministrados por el CCCP a la UMNG.



2.1.2 Captura del zooplancton.

En cada una de las estaciones biológicas de muestreo se realizaron arrastres superficiales con una red cónica de 50 cm de abertura y 363 μm de ojo de malla (Figura 5), a la cual se fijó un flujómetro mecánico con el fin de determinar el volumen total de agua filtrada, navegando en círculo a una velocidad aproximada de 3 nudos por un período de 10 minutos.

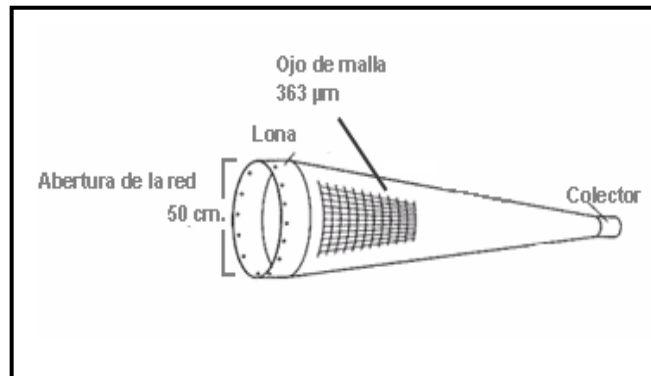


Figura 5. Esquema de red cónica para arrastre de zooplancton (Tomado y modificado de Flores & Zavala, 1994).

El material biológico fue extraído de la red y pasado a envases plásticos de boca ancha de 500 ml, previamente marcados con los datos de fecha, hora y estación. Para evitar la pérdida de material biológico, se vertió agua de mar desde el exterior hacia la malla varias veces. Las muestras se fijaron adicionando a cada una de ellas 20 ml de solución fijadora (formaldehído al 10% en agua de mar) y luego se guardaron a temperatura ambiente.

2.2 FASE DE LABORATORIO

2.2.1 Biomasa de mesozooplancton y clorofila *a*.

Como variables adicionales relevantes para este estudio, se consideraron los datos de



mesozooplancton ($\text{g}/100\text{m}^3$) obtenidos por López (2004) y López *et al.* (2005), quienes autorizaron su inclusión en los resultados del presente trabajo. Como ya se anotó, el CCCP proporcionó a la UMNG la información sobre las concentraciones de oxígeno disuelto (ml/l) y clorofila *a* (mg/m^3) -también incluidos en López (2004) y López *et al.* (2005)- establecidos mediante el método de Winkler y con un espectrofotómetro (Clesceri *et al.*, 2001), respectivamente, en los laboratorios del CCCP en la ciudad de Tumaco (Nariño) (López *et al.*, 2005). La concentración de clorofila *a* da un estimativo de la biomasa fitoplanctónica (Clesceri *et al.*, 2001), por lo que así se consideró en este estudio.

2.2.2 Separación y determinación de la abundancia de hidromedusas.

La fase de laboratorio se llevó a cabo en el Laboratorio de Biología Acuática de la Estación Experimental “Hacienda Río Grande” de la Universidad Militar “Nueva Granada” (UMNG), con sede en el área rural del municipio de Cajicá (Cundinamarca).

En primera instancia, las 128 muestras de zooplancton obtenidas durante los períodos ya mencionados se observaron en su totalidad en cajas Petri, utilizando un estereoscopio marca Leica Zoom 2000 Z45V; con ayuda de pinzas de punta fina se separaron todas las hidromedusas. Durante su separación, se realizó el conteo de los individuos para determinar su abundancia general. Posteriormente se almacenaron para su identificación en frascos de vidrio ámbar de 50 ml, anotando el número de la estación, fecha y hora de captura. La preservación se hizo en una solución de formaldehído al 4%, agregando 5 ml de glicerina, para evitar que los organismos se endurecieran (Steedman, 1981).

2.2.3 Identificación de los individuos.

Las identificaciones se realizaron hasta el nivel taxonómico más bajo posible teniendo en cuenta la literatura disponible (Segura, 1984; Mayer, 1977; Ramírez & Zamponi,



1981 En: Boltovskoy, 1981; Pagès *et al.*, 1992 y Bouillon, 1999). Para este proceso, los organismos se observaron en un estereoscopio Leica EZ4D provisto de cámara fotográfica y en un microscopio Leica CME, facilitándose así la observación, y conteo de estructuras diagnósticas propuestas por Domínguez (2002): forma de la campana, grosor de la mesoglea, número y forma de los tentáculos, canales radiales, forma y ubicación de las gónadas. Por último, se realizó un registro fotográfico de los mejores individuos de cada especie, empleando el estereoscopio Leica EZ4D. Los especímenes no identificados por no aparecer en las claves mencionadas o por su mal estado se denominaron como morfotipos o no identificables, respectivamente.

Las identificaciones fueron confirmadas por la especialista en hidromedusas Dra. María de Lourdes Segura Puertas, investigadora a cargo del Laboratorio de Plancton del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

El número de hidromedusas separadas por taxón y morfotipos se empleó en los análisis de gabinete.

2.3 MANEJO Y ANÁLISIS DE DATOS

2.3.1 Variables físico-químicas y biológicas complementarias.

En primer lugar, cabe aclarar que -debido a que el presente estudio hace parte de la investigación sobre zooplancton que desarrolla la UMNG para el ERFEN- los datos y resultados de las variables físico-químicas y biológicas fueron suministrados por la UMNG y aparecen total o parcialmente en Fúquen (2003), Escobar (2004), López, C. (2004), López, R. (2004), López *et al.* (2005) y Riveros (2005). La UMNG autorizó su utilización dentro de los resultados de éste trabajo, con el fin de dar mayor claridad y facilitar el análisis de la información.



Los datos se organizaron en matrices de Microsoft EXCEL 2003 Microsoft Office®, determinando para cada una de las variables los valores mínimo y máximo, el promedio y el error estándar. Con dichos datos se realizaron mapas de su distribución espacial en el OPC en los cinco cruceros oceanográficos, empleando el programa SURFER 8.

La temperatura y salinidad superficial se representaron en mapas de isolíneas, teniendo en cuenta la totalidad de estaciones (biológicas y no biológicas) del CCCP, con el fin de obtener una aproximación más cercana de su distribución general por período de estudio. Para la elaboración de los mapas del oxígeno disuelto, biomasa de mesozooplankton y clorofila *a*, se definieron tres categorías de valores: bajos, medios y altos, con base en los mínimos, máximos y las medianas, *i. e.* los parámetros estadísticos o medidas de posición llamadas cuartiles (Sokal & Rohlf, 1981) (Tabla 2).

Tabla 2. Categorías establecidas para los valores de oxígeno disuelto, clorofila *a* y biomasa de mesozooplankton en el OPC, durante los cinco períodos de estudio.

	Categorías		
	Baja	Media	Alta
Oxígeno disuelto ml/l	< 4,26	4,26-4,90	> 4,90
Cl <i>a</i> mg/m³	< 0,36	0,36-3,96	> 3,96
B. Mesozooplankton g/100 m³	< 2,42	2,42-19,00	> 19,00

Con el fin de comparar las tendencias de las variables consideradas, se graficaron sus valores promedio con el error estándar por crucero de investigación, especificando qué datos se registraron en el día y la noche, para establecer las variaciones nictimerales.

2.3.2 Comunidad de hidromedusas.

2.3.2.1 Estandarización de las abundancias de hidromedusas.

Durante los cruceros de 2001 y 2003 el CCCP no dispuso de datos de calibración del



flujómetro, de manera que las abundancias fueron ajustadas a 100 m³ de manera convencional utilizando la fórmula (Smith & Richardson, 1979):

$$N = 100 \text{ m}^3 * n / \pi r^2 * d$$

Donde:

N = número total de individuos/100 m³.

n = número de organismos capturados en cada arrastre.

$\pi .r^2.d$ = volumen de agua filtrada en cada arrastre.

r = radio de la red.

d = distancia recorrida por la red durante cada arrastre.

Para los cruceros de 2002 y 2004 el CCCP suministró el factor de calibración del flujómetro (0,3), que se empleó para determinar el volumen de agua filtrado por la red durante los arrastres. Por consiguiente, en la fórmula de estandarización anterior el factor se utilizó de la siguiente manera (Smith & Richardson, 1979):

$$d = \text{número de revoluciones} \times \text{factor de calibración del flujómetro.}$$

Con la información sobre el número de individuos totales encontrados por período y por estación, al igual que las abundancias totales y por taxón estandarizadas (ind/100m³), se elaboró una matriz general.

2.3.2.2 Distribución espacial de la comunidad de hidromedusas.

A lo largo del texto se utiliza el término abundancia para referirse a la comunidad de hidromedusas en general y el término densidad para referirse a los taxa en particular (Ramírez, 2006).



Para establecer las variaciones espacio-temporales de las abundancias generales y por taxón, se compararon los resultados obtenidos, tanto entre las estaciones muestreadas por período, como entre los períodos, representándolos en mapas elaborados con el programa SURFER 8, para lo cual, con el mismo criterio empleado en las demás variables, se definieron tres categorías de abundancia, así: Baja <16, media 16-205 y alta >205.

El criterio en el orden de los mapas de distribución por especie fue de mayor a menor distribución.

2.3.2.3 Composición de la comunidad de hidromedusas.

2.3.2.3.1 Abundancia relativa y frecuencia de aparición.

La abundancia relativa de los taxa en cada período se estableció de acuerdo con Domínguez (2002), quien afirma que, para determinar las diferencias temporales y espaciales en la abundancia de los individuos, puede utilizarse la fórmula:

$$M (\%) = (d \times 100) / n$$

Donde:

M (%): abundancia relativa en un muestreo.

d: densidad de ejemplares registrados en el muestreo.

n: densidad total de ejemplares.

Por último, se tuvo en cuenta la frecuencia de aparición (%) por taxón, morfotipo y organismos no identificables, calculada de la siguiente forma:

$$FR (\%) = \frac{\text{No. estaciones con presencia de hidromedusas}}{\text{No. total de estaciones}} * 100$$



2.3.3 Análisis estadístico.

En el caso del componente abiótico, con el fin de conjugar unidades diferentes y ponderar por igual las variables con diferentes magnitudes (Ramírez, 2005), los valores de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en la superficie, fueron estandarizados de acuerdo con Tigreros (2001), empleando la fórmula:

$$Z = \frac{X - \bar{X}}{S(n - 1)}$$

Donde:

Z: variable normal estandarizada.

\bar{X} : promedio muestral.

X: valor de cada parámetro.

S (n – 1): desviación estándar.

Por otra parte, las densidades de hidromedusas por taxón se transformaron mediante $\text{Log}(x+1)$, con el fin de linealizarlas y, de esta manera, darle la misma importancia a los valores altos y bajos al realizar los análisis de clasificación y ordenación (Field *et al.*, 1982 En: Ramírez, 2005).

Debido a que no todos los períodos de estudio tuvieron el mismo número de estaciones, para realizar las pruebas y análisis estadísticos comparativos entre los cinco períodos de muestreo, únicamente se compararon las estaciones comunes entre ellos, es decir, las pruebas se realizaron con 16 estaciones comunes.

En los análisis estadísticos no se incluyeron las estaciones en las que no se encontraron individuos, como lo recomiendan Ramírez & Viña (1998).



2.3.3.1 Componente abiótico.

Para poder establecer posibles relaciones entre la temperatura, salinidad y oxígeno superficiales entre las estaciones de cada uno de los períodos, según propone Tigreros (2001), se utilizó el análisis multivariado de clasificación de distancia euclidiana (Cluster), empleando la técnica de promedio no ponderado para pares de grupos (UPGMA: Unweighted Pair-Group Method with Arithmetic Mean). De acuerdo con Crisci & López (1983), el principal objetivo de esta técnica es establecer la posible agrupación natural de las muestras, descrita por un determinado número de variables, en donde las muestras de un grupo son más similares entre ellas con respecto a las de otros grupos. Este análisis fue representado en dendrogramas que mostraron las agrupaciones de las estaciones de acuerdo con los valores de las variables abióticas consideradas. Se definió 1 como el valor de distancia límite de ligamiento o mayor similitud entre las estaciones de cada uno de los períodos de estudio, así como entre ellos.

Luego se realizó un análisis NMDS (Non Metric Multidimensional Scaling= escalamiento multidimensional no métrico), el cual da un valor de estrés que mide el ajuste entre el orden de las disimilaridades y las distancias en el plano cartesiano de los datos y arroja un gráfico con una nube de puntos en dos dimensiones que permite visualizar de una mejor forma los resultados de agrupación entre las estaciones a medida que dicho estrés decrece, la ordenación es más adecuada (Sneath & Sokal, 1973 En: Ramírez, 2005).

Por último, se realizaron los mismos análisis para comparar la temperatura y la salinidad entre los cinco períodos, así como éstas, más el oxígeno, entre los períodos de los años 2002 a 2004, puesto que no se tienen datos de esta variable en 2001.



2.3.3.2 Variación temporal de las abundancias generales de hidromedusas.

Con el fin de determinar si existían o no diferencias entre las abundancias generales de los cinco períodos, se realizó la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis, también llamada análisis de varianza por rangos, en la que se determina si existen diferencias significativas cuando $P < \alpha$ (en este caso $\alpha = 0,05$) o cuando el valor observado es mayor al calculado (Zar, 1999).

Se plantearon las siguientes hipótesis:

Ho: la abundancia total de hidromedusas es la misma en todos los cruceros.

Ha: la abundancia total de hidromedusas no es la misma en todos los cruceros.

2.3.3.3 Relación componente abiótico con biótico.

Para establecer la posible relación entre la temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en la superficie, con la abundancia total de hidromedusas en cada una de las temporadas de muestreo, se realizó la prueba no paramétrica de Spearman, la cual es una medida de asociación lineal (Sokal & Rohlf, 1980) y cuyos valores de correlación varían de -1 a 1, siendo 1 el valor que indica una correlación positiva fuerte, -1 el valor que indica una correlación negativa fuerte y 0 el valor de asociación no lineal (Milton, 2001).

Adicionalmente se llevó a cabo un análisis factorial, técnica estadística multivariante que supone que las variables son linealmente dependientes de factores específicos y de variables aleatorias denominadas factores comunes. Tiene como propósito resumir la información contenida en una serie de variables originales, en una serie más pequeña de dimensiones compuestas o valores teóricos (factores) nuevos, con una mínima pérdida de información. De esta forma se analiza la estructura de las interrelaciones entre un determinado número de variables, sin necesidad de ninguna



distinción entre variables dependientes e independientes, las cuales se explican a través de los mencionados factores (Ramírez, 2005; Hair *et al.*, 1999)

Como se dijo anteriormente, en los análisis se incluyeron los valores de clorofila *a* y biomasa de mesozooplancton suministrados por la UMNG y que aparecen en López (2004) y López *et al.* (2005), para determinar si se dio alguna relación entre la abundancia de hidromedusas con la oferta alimentaria. Además, para observar alguna probable influencia del ciclo circadiano (nictimeral) sobre la abundancia de hidromedusas, se incluyó la hora, como otra variable importante en los análisis, estableciendo el valor de 1 para las estaciones muestreadas durante el día (06:00-18:00 h) y de 2 para las muestreadas durante la noche (18:01-05:59 h).

2.3.3.4 Variación espacial y temporal de la comunidad de hidromedusas.

Con el fin de mostrar la variación espacio-temporal de la comunidad de hidromedusas -previa transformación de las densidades (como se mencionó anteriormente)- entre estaciones por crucero y entre cruceros, se realizaron análisis de clasificación de Bray-Curtis (Ramírez, 2005), empleando la técnica UPGMA, representados en dendrogramas que mostraron la agrupación de estaciones en cada uno de los cruceros y entre cruceros, de acuerdo con las especies encontradas. También se realizó el análisis NMDS.

Para comparar la variación temporal de los diferentes taxa identificados, se elaboraron varias matrices de datos: Una para cada una de las cinco campañas oceanográficas, considerando el total de estaciones en cada caso y de taxa por estación; y otra con el total de individuos de cada taxón por estación, considerando sólo las 16 estaciones comunes.

Como complemento, se utilizaron las asociaciones de especies que caracterizaron los grupos definidos en los dendrogramas del análisis de Bray-Curtis, para aplicar el



análisis inverso de Kaandorp, que define los siguientes tipos de especies (Kaandorp, 1986):

1. Especies exclusivas: se encontraron en un solo grupo con el 100% de abundancia relativa.
2. Especies características: incluidas en más de un grupo y con más del 70% de abundancia relativa en uno en particular.
3. Especies generalistas: distribuidas de forma uniforme entre los grupos.

Para determinar los atributos ecológicos de la comunidad de hidromedusas entre los cinco cruceros y entre las estaciones de cada uno de ellos, teniendo en cuenta las 16 estaciones comunes, se utilizaron las siguientes medidas de diversidad: Riqueza (S), Diversidad de Shannon y Wiener ($H' = -\sum_i [(n_i / N) \log (n_i / N)]$), Predominio de Simpson ($C = \sum (n_i / N)^2$) y Uniformidad de Pielou ($J' = H' \text{ observada} / H' \text{ máxima}$) (Ramírez, 2005).

Para la realización de todas las pruebas estadísticas se utilizaron los programas PRIMER V5®, STATGRAPHICS®Plus 5.0 y CLUSTER para DOS. Para el análisis de Kaandorp se utilizó el software EXCEL 2003 de Microsoft Office.



3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 VARIABLES FISCOQUÍMICAS Y BIOLÓGICAS EN EL OPC DURANTE LOS CINCO PERIODOS DE ESTUDIO

A continuación se describen los resultados superficiales de temperatura, salinidad, biomasa de mesozooplancton y clorofila *a* (López, 2004; López *et al.*, 2005), y los de oxígeno disuelto.

3.1.1 Temperatura Superficial del Mar (TSM).

23 de junio a 12 de julio de 2001.

La TSM presentó un promedio de 27,10°C, que se aproxima al promedio general en el OPC para junio (27,5 °C) (CCCP, 2002). El mínimo (25,98°C) se registró en la estación oceánica 97 y el máximo (29,69°C) en la estación costera 2 (a la altura de Bahía Solano) (Figura 6, Anexo A) con una amplitud de 1,81°C. El patrón de distribución en este periodo correspondió, en general, a condiciones normales, con temperaturas mayores hacia la costa y parte norte, y menores hacia la parte oceánica y sur del OPC (CCCP, 2002), aunque, en general, se observó una mayor distribución de aguas más frías, en comparación con los demás periodos de muestreo.

27 de agosto a 15 de septiembre de 2001.

El promedio fue de 27,24°C, con un mínimo de 26,32°C en la estación intermedia 65 y un máximo de 27,65°C en la costera 14 (cerca de la Bahía de Buenaventura); la amplitud fue de 1,33°C. Las temperaturas más altas se registraron en la zona costera y en el norte de las zonas intermedia y oceánica, y los más bajos hacia el centro y suroeste de la zona oceánica, lo cual concuerda con el patrón normal de distribución



para esta época, cuando el promedio más alto se da en la costa (27°C) y el menor en aguas oceánicas (26,5°C) (CCCP, 2002). Al igual que el periodo anterior, en éste, el promedio correspondió a condiciones normales en el OPC (CCCP, 2002), si bien la distribución de las aguas cálidas tuvo mayor amplitud, en relación con los otros periodos de estudio (Figura 6, Anexo B).

03 a 22 de septiembre de 2002.

La TSM varió entre 26,37 (estación oceánica 113) y 27,77°C (estación costera 7, cerca de la bahía de Buenaventura) (amplitud 1,40°C), con un promedio de 27,17°C. El máximo se enmarca dentro de los valores de TSM registrados en la costa sobre los 3°N (CPPS, 2003). Al igual que en los periodos anteriores, las temperaturas más cálidas se registraron en aguas costeras del norte y sur, y del norte de la zona intermedia. Los registros bajos abarcaron el centro de la zona costera, el centro y sur de la zona intermedia, y la zona oceánica (Figura 6, Anexo C).

Aunque la TSM se aproxima a los valores normales para septiembre, cuando la ZCIT se encuentra al Norte y las corrientes que provienen del Sur abarcan una mayor extensión, enfriando el OPC (CPPS, 2003), de acuerdo con Devis (2003), desde el segundo semestre de 2002 hasta principios de 2003, en el OPC se detectó un episodio El Niño moderado-débil. Éste no fue registrado por López *et al.* (2005) en el periodo 03-22.Sep.02, quienes atribuyen este hecho a que sólo analizaron los datos de superficie. No obstante CPPS (2003), señalan que en ese mes tal evento se reflejó en la superficie del mar sólo al sur de Colombia y en las costas de Ecuador.

01 a 21 de septiembre de 2003.

En la superficie la temperatura varió entre 26,69 (estación oceánica 81) y 28,63°C (estación costera 3, a la altura de cabo Corrientes) (Figura 6, Anexo D), con un promedio de 27,50°C y una amplitud de 1,94°C. En general, la TSM indicó un clima normal para ésta época en el área de estudio, pues -como ya se había mencionado- el promedio para la zona costera es de 27°C y para la parte oceánica de 26, 5°C (CCCP,



2002). Tanto en este estudio, como en el de Escarria *et al.* (2005), realizado en el mismo periodo, la región norte del OPC fue la más cálida, sobre lo cual Escarria *et al.* (2005) anotan que esa región se encuentra bajo la influencia de aguas cálidas provenientes de la corriente de Panamá (Wyrtyk, 1965; CCCP, 2003 En: Escarria *et al.*, 2005).

18 de septiembre a 08 de octubre de 2004.

Aunque en este periodo el promedio de la TSM fue relativamente bajo ($26,33^{\circ}\text{C}$), se hizo notoria la gran amplitud ($3,6^{\circ}\text{C}$) del rango: $24,40^{\circ}\text{C}$ (estación intermedia 29) a $28,00^{\circ}\text{C}$ (estación costera 3). En este periodo se observó que, similar al anterior, las temperaturas más bajas se registraron hacia el centro y sur de las zonas costera e intermedia, y las más cálidas en el norte de la zona costera (Figura 6, Anexo E). Los valores mencionados anteriormente posiblemente pueden deberse a aportes de aguas dulces por mayores precipitaciones ligeras-moderadas en esa zona, ya que la ZCIT se ubicó entre los 6 y 9°N , incidiendo directamente en la zona norte del Pacífico colombiano (Braun *et al.*, 2005).

Pese a las condiciones levemente cálidas que dominaron el Pacífico tropical occidental y central, allí no se evidenció El Niño acaecido en 2004 (Braun *et al.*, 2005), como si ocurrió en otras áreas del Pacífico (NOAA, 2004 En: Braun *et al.*, 2005).

En general, en el OPC en condiciones normales el promedio de TSM varía entre 27 y 28°C , con amplitudes térmicas que no sobrepasan los 2 ó 3°C (Doronin, 1986 En: CCCP, 2002); muy similar a lo observado a lo largo de los cinco periodos estudiados, ya que las amplitudes de los rangos estuvieron entre $1,33$ y $3,60^{\circ}\text{C}$. El promedio más alto registrado para este estudio fue el del periodo 01-21.Sep.03 ($27,50^{\circ}\text{C}$), mientras que el más bajo fue el registrado en el periodo 18.Sep-08.Oct.04 ($26,33^{\circ}\text{C}$).

López *et al.* (2005) mencionan que en los periodos de estudio no se observó una variación amplia de TSM (diferencias de $1,62^{\circ}\text{C}$ en promedio) y que el máximo valor



(29,69°C), registrado en la estación costera 2 en el periodo 23.Jun-12.Jul.01, aunque alto no es anómalo, ya que en esa área suelen presentarse temperaturas superficiales altas; además, concluyen que la distribución de la TSM durante los periodos de estudio 2001-2003, correspondió a condiciones normales establecidas por el CCCP (2002), con valores altos cerca de la costa y bajos en la zona oceánica, al igual que se observó en el periodo 18 de septiembre a 08 de octubre de 2004. Este patrón también fue observado por Cely & Chiquillo (1993) en febrero-marzo de 1991 y puede deberse a la influencia de aguas cálidas provenientes de la Contra Corriente Ecuatorial, la cual se desplaza sobre la región ecuatorial con dirección este, entre los 5 y 7°N hasta los 85°O (CCCP, 2003 En: Escarria *et al.*, 2005).

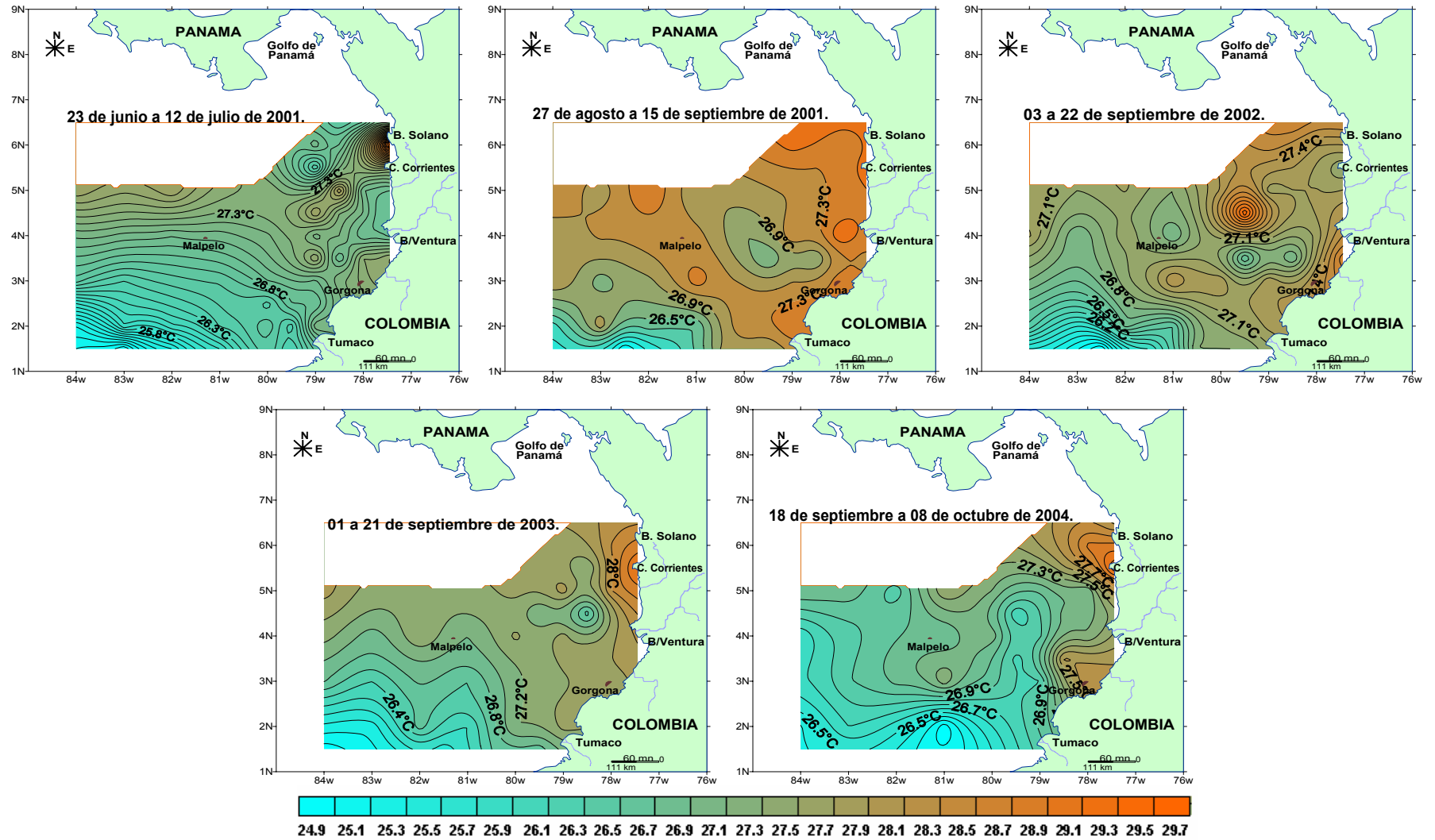


Figura 6. Distribución de la TSM (°C) en el OPC durante los cinco periodos de estudio.



3.1.1.1 Variación nictimeral de la TSM.

En cuanto a los promedios día-noche de la TSM, durante los dos periodos de 2001 en el periodo 18 de septiembre a 08 de octubre de 2004, se registraron valores nocturnos un poco más altos (27,03 vs. 27,19; 27,19 vs. 27,28 y 26,18 vs. 26,41°C, respectivamente). Contrario a esto, los valores registrados durante el 03 a 22 de septiembre de 2002 y el 01 a 21 de septiembre de 2003, fueron ligeramente más altos en el día (27,20 vs. 27,14 y 27,55 vs. 27,44°C, respectivamente) (Figura 7). Con respecto a lo anterior, López *et al.* (2005) especulan que los promedios nocturnos más altos pudieron deberse a cambios en las condiciones climáticas generales. No obstante, cabe aclarar que posiblemente otro factor que influyó en estos resultados fue que en los periodos 23 de junio a 12 de julio de 2001 y 18 de septiembre a 08 de octubre de 2004, el número de estaciones muestreadas durante la noche fue un poco mayor a las muestreadas durante el día.

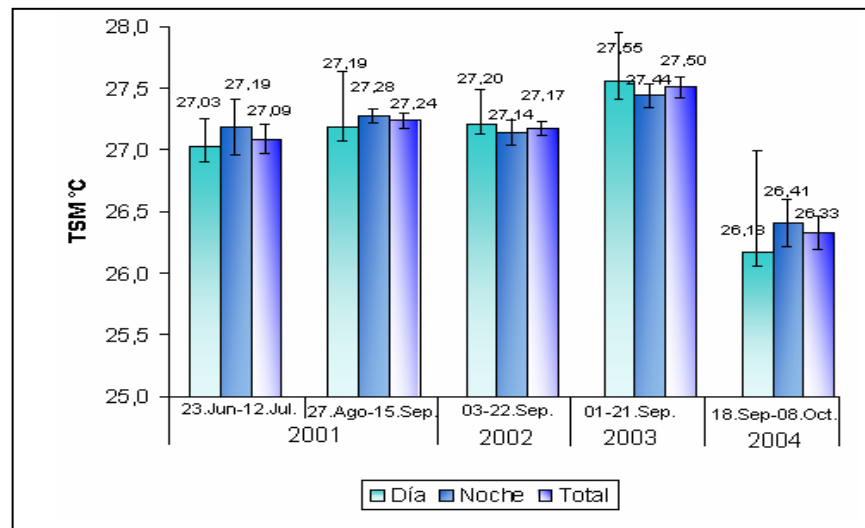


Figura 7. Promedios día, noche y total de la TSM (°C) en el OPC durante los cinco periodos de estudio, mostrándose los valores promedio y las barras de error estándar.

3.1.2 Salinidad superficial.

23 de junio a 12 de julio de 2001.

El promedio fue de 32,52; con un rango de 27,64 (estación 2) a 33,63 (intermedia 47)



(amplitud 5,99). El mínimo estuvo por debajo del promedio para la zona costera (30,60) y concordó con la máxima TSM en la misma estación, mientras que el máximo superó el promedio para el sector oceánico (32,50), en ambos casos según CCCP (2002). Las salinidades más bajas se registraron hacia el norte de la zona costera y los más altos a lo largo de las zonas intermedia y oceánica (Figura 8, Anexo A), lo cual es típico para esa época del año y refleja el patrón general establecido en el OPC, en el cual en aguas costeras la salinidad desciende por debajo de 31 y va aumentando hacia las oceánicas, hasta alcanzar 33,36; tal patrón incluye valores bajos en aguas costeras, debidos a los ríos que desembocan allí y a las precipitaciones que predominaron en la parte norte del litoral (CCCP, 2002).

27 de agosto a 15 de septiembre de 2001.

El promedio fue 31,75. El mínimo (27,14) y máximo (33,49) se obtuvieron en las estaciones costera 3 y oceánica 65, respectivamente, representando una diferencia de 6,35 (Figura 8, Anexo B). La salinidad máxima coincidió con la mínima TSM, resaltándose que fueron valores normales para la época y que el patrón general, esbozado ya, también se observó en este periodo.

03 a 22 de septiembre de 2002.

La salinidad varió entre 28,94 (estación 5) y 33,65 (estación 113), con un promedio de 32,12 y una amplitud de variación de 4,71. El máximo se registró junto con el mínimo de TSM (Figura 8, Anexo C). Al igual que en los dos periodos anteriores, se mostró el patrón señalado por CCCP (2002).

01 a 21 de septiembre de 2003.

El promedio fue de 31,87, con el mínimo en la estación costera 5 (28,95) y el máximo en la oceánica 113 (34,97), así como una amplitud de 6,02. El patrón de distribución fue muy parecido al de las campañas anteriores (Figura 8, Anexo D), *i. e.* las salinidades menores se observaron en la zona costera, y se atribuyen al aporte de los ríos en la parte costera (CCCP, 2002). A este patrón se han referido también Escarria



et al. (2005) y Pinto *et al.* (2004), quienes además mencionan las precipitaciones favorecidas por el desplazamiento de la ZCIT sobre el OPC.

18 de septiembre a 08 de octubre de 2004.

El promedio fue de 30,93. Los valores fluctuaron entre 24,78 (estación costera 3) y 33,36 (estación oceánica 113) (amplitud 8,58). El mínimo se relacionó con el máximo de TSM para la época. Se observaron aguas de salinidad baja a lo largo de la zona costera y parte de la intermedia, y aguas más salinas hacia la zona oceánica (Figura 8, Anexo E). Al igual que en los periodos anteriores, se estima que la baja salinidad en la zona costera correspondió a la descarga de ríos y a las precipitaciones producto de la actividad de la ZCIT (Braun *et al.*, 2005).

El rango general de salinidad, considerando los cinco periodos, fue de 24,78 (18.Sep-08.Oct.04) a 34,97 (01-21.Sep.03). El valor más bajo correspondió a la estación costera 3, a la altura de Cabo Corrientes. El promedio más alto (32,52) se presentó en el periodo 23.Jun-12.Jul.01 y el más bajo (30,93) en el periodo 18.Sep.-08.Oct.04. Según el CCCP (2002), en general, los valores de salinidad en el OPC fluctúan entre 30,0 y 34,9 en condiciones normales, por lo que la salinidad en aguas costeras está por debajo de este rango y lo más probable es que se deba al aporte de agua dulce proveniente de los ríos y a la alta pluviosidad que caracteriza la mayor parte del OPC (Malikov, 1988 En: López *et al.*, 2005).

Con respecto a la amplitud de los rangos salinos, fueron similares para los periodos 23.Jun-12.Jul.01, 27.Ago-15.Sep.01 y 01-21.Sep.03 (5,99; 6,35 y 6,02, respectivamente): En el periodo 03-22.Sep.02 (El Niño) hubo un descenso evidente (4,71), mientras que en el periodo 18.Sep-08.Oct.04, en el que ocurrió lo contrario (8,58). Esto podría explicarse por el desplazamiento de la ZCIT, que generó en el OPC lluvias moderadas a fuertes en el primer periodo (CPPS, 2003) y mayor frecuencia de precipitaciones ligeras a moderadas en el segundo (Braun *et al.*, 2005).

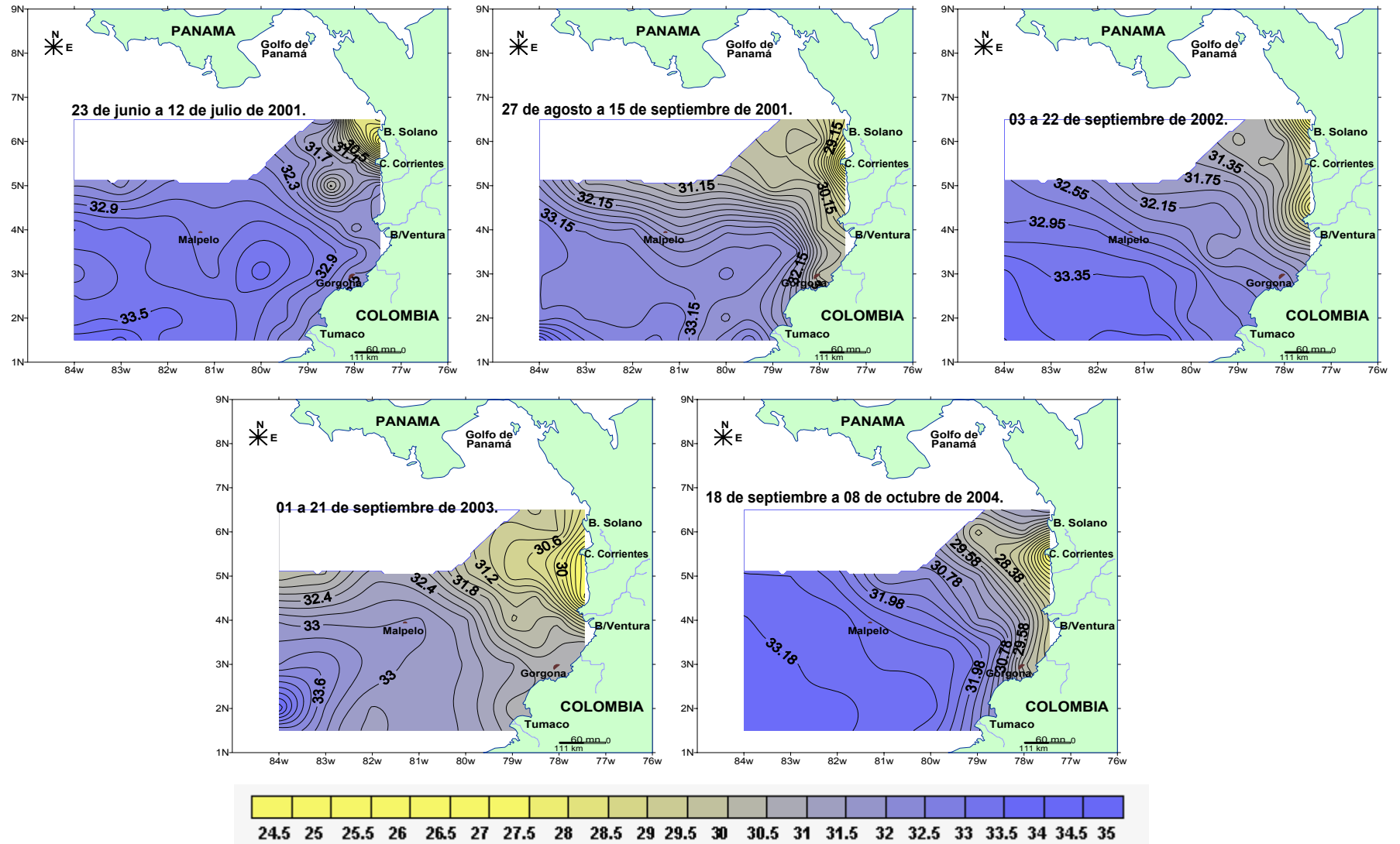


Figura 8. Distribución de la salinidad superficial en el OPC durante los cinco periodos de estudio.



3.1.2.1 Variación nictimeral de la salinidad superficial.

Los promedios fueron más altos en horas del día, con excepción del periodo 01-21 de septiembre de 2003, cuando ocurrió lo contrario, registrándose 31,55 en el día y 32,21 en la noche. El promedio más alto registrado a lo largo del estudio fue 32,51 para el periodo 23 de junio a 12 de julio de 2001. Por otra parte, la diferencia más grande entre el promedio día-noche se observó en 2004 con un promedio diurno de 31,58 y uno nocturno de 30,63 (Figura 9). López *et al.* (2005) mencionan que los promedios más elevados de salinidad superficial en el día se explican por la mayor evaporación, mientras que la disminución en el periodo 01 a 21 de septiembre de 2003, tal vez se debió al aumento en las precipitaciones durante ese periodo y, en consecuencia, el mayor aporte de aguas continentales.

En general, el comportamiento nictimeral de la salinidad es lógico, teniendo en cuenta que ésta variable tiene una relación inversa con la temperatura y, como pudo observarse, en todos los periodos en donde se registraron promedios de TSM menores durante el día, la salinidad fue mayor y viceversa, excepto el periodo 03 a 22 de septiembre de 2002, en el que las dos variables fueron más altas durante el día y más bajas durante la noche.

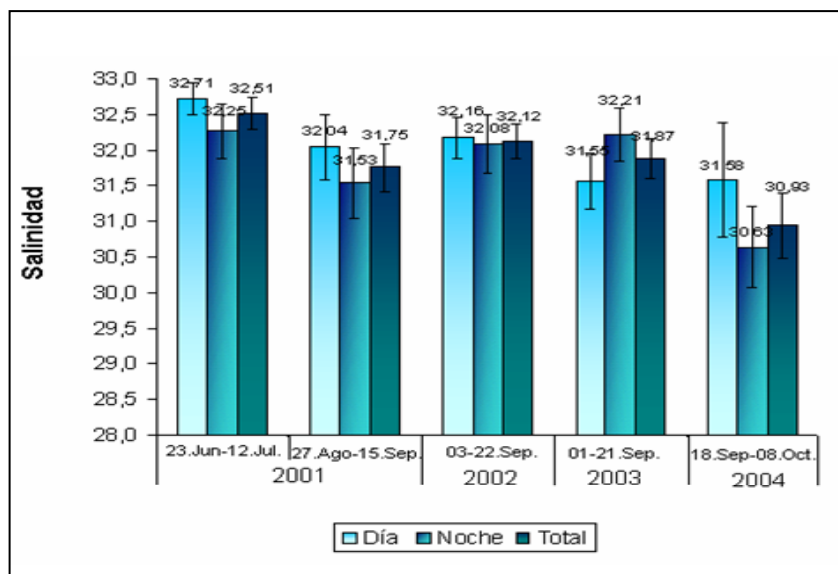


Figura 9. Promedios día, noche y total de la salinidad superficial en el OPC durante los cinco periodos de estudio, mostrándose los valores promedio y las barras de error estándar.



3.1.3 Oxígeno disuelto superficial.

Como ya se mencionó en la metodología, no existen registros de valores para esta variable en ninguno de los dos cruceros realizados en 2001, por lo cual el oxígeno disuelto fue considerado sólo para los tres periodos restantes.

03 a 22 de septiembre de 2002.

El oxígeno disuelto superficial varió entre 3,79 ml/l (estación 31, cerca de la Isla Gorgona) y 5,07 ml/l (estación costera 1, a la altura de bahía Solano) (amplitud: 1,28 ml/l; promedio 4,86 ml/l). En 14 estaciones tanto costeras como intermedias y oceánicas, los valores fueron altos (>4,90 ml/l) y en diez (entre costeras, intermedias y oceánicas), los valores fueron medios (4,26-4,90 ml/l) (Figura 10, Anexo C). De acuerdo con CPPS (2003), en general, los valores bajos pudieron deberse a la gran cantidad de materia orgánica aportada por los afluentes y a las altas temperaturas, lo cual facilita la acción bacteriana y el consumo de oxígeno.

01 a 21 de septiembre de 2003.

Los valores fluctuaron entre 4,53 ml/l (estación 31) y 4,80 ml/l (estación 5). El promedio total fue 4,66 y la amplitud del rango de variación 0,27 ml/l. En todas las 25 estaciones el oxígeno disuelto tuvo valores medios (4,26-4,90 ml/l) (Figura 10, Anexo D). En general, la concentración de oxígeno disuelto no varió mucho, por el contrario, se observó cierta homogeneidad con tendencia a valores un poco más altos en la mayoría de estaciones oceánicas, a pesar de que el máximo valor se registró en la estación costera 5. Lo anterior concuerda con lo expuesto por Escarria *et al.* (2005), quienes sugieren que tal distribución es consecuencia directa de la presencia de aguas superficiales tropicales que provienen del Pacífico central.



18 de septiembre a 08 de octubre de 2004.

El promedio fue 4,61 ml/l, el mínimo 4,17 ml/l y el máximo 4,97 ml/l, correspondientes a las estaciones 3 (cabo corrientes) y 25 (altura de bahía Solano), respectivamente, con un rango de variación de 0,80 ml/l. En general, la distribución de la concentración de oxígeno disuelto fue muy homogénea, con valores medios de (4,26 - 4,90 ml/l) en la mayoría de estaciones (Figura 10, Anexo E). El promedio registrado en este periodo fue el más bajo con respecto a los dos periodos anteriores, tal vez como consecuencia de las precipitaciones de carácter ligero a moderado, que se dieron en la zona a causa de la posición de la ZCIT (Braun *et al.*, 2005), lo cual trae como consecuencia el aumento en el caudal de los ríos que desembocan en el OPC y, por ende, un mayor aporte sedimentario (INVEMAR, 2004).

Según Stevenson *et al.* (1970) y Parra (1977 En: Guillén, 1983), el oxígeno disuelto superficial frente a las costas del Ecuador, Colombia y Golfo de Panamá varía entre 4,0 y 5,0 ml/l, aunque algunas veces se registran <4,0 ml/l y >5,0 ml/l, causados por afloramientos y fotosíntesis, llegando a variar entre 2,5 y 6,7 ml/l. Lo anterior varía un poco en relación con el OPC, pues, de acuerdo con el CCCP (2002), la variación del oxígeno disuelto en condiciones normales a nivel superficial es de 5,9 a 6,2 mg/l y en aguas costeras de 6,1 a 6,3 mg/l.

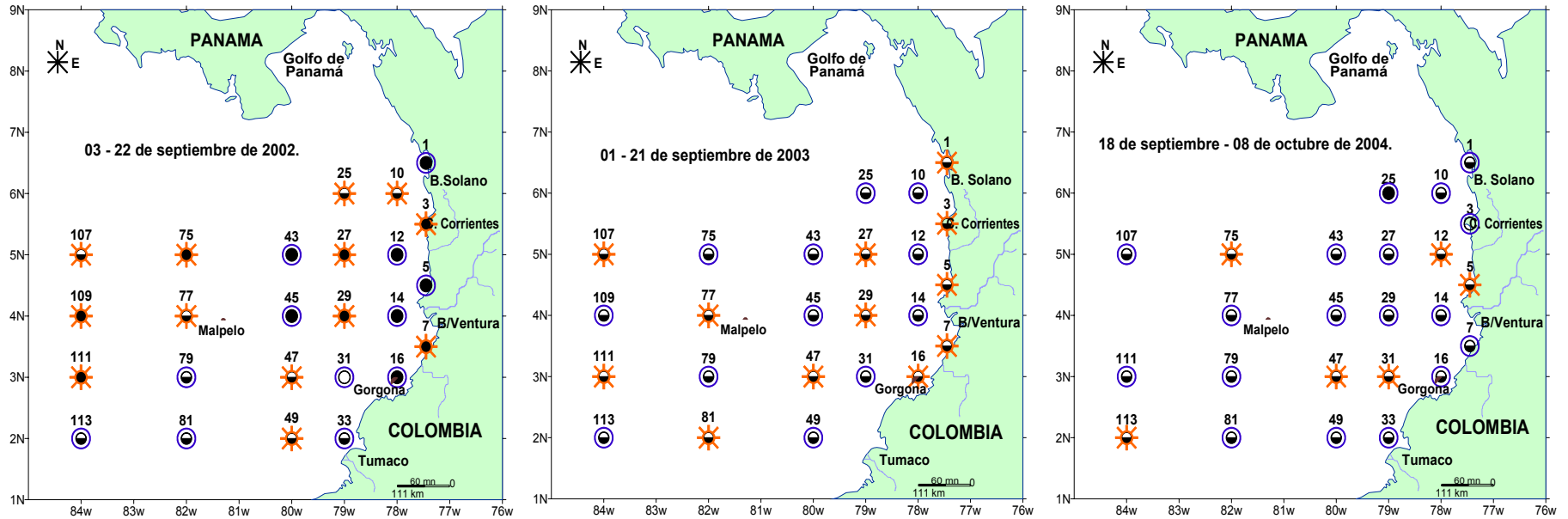


Figura 10. Distribución del oxígeno disuelto superficial (ml/l) en el OPC durante tres periodos de estudio. Concentración baja ○ (<4,26), media ◐ (4,26-4,90), alta ● (>4,90). Estaciones diurnas ☀ ; Estaciones nocturnas ◐.



3.1.3.1 Variación nictimeral del oxígeno disuelto superficial.

Tanto en el día como en la noche, los promedios fueron muy similares; la variación más notoria se dio en el periodo 02-23 de septiembre de 2002; en el periodo 01-21 de septiembre de 2003 fueron casi iguales y en el periodo 18 de septiembre-08 de octubre de 2004 fueron iguales (Figura 11).

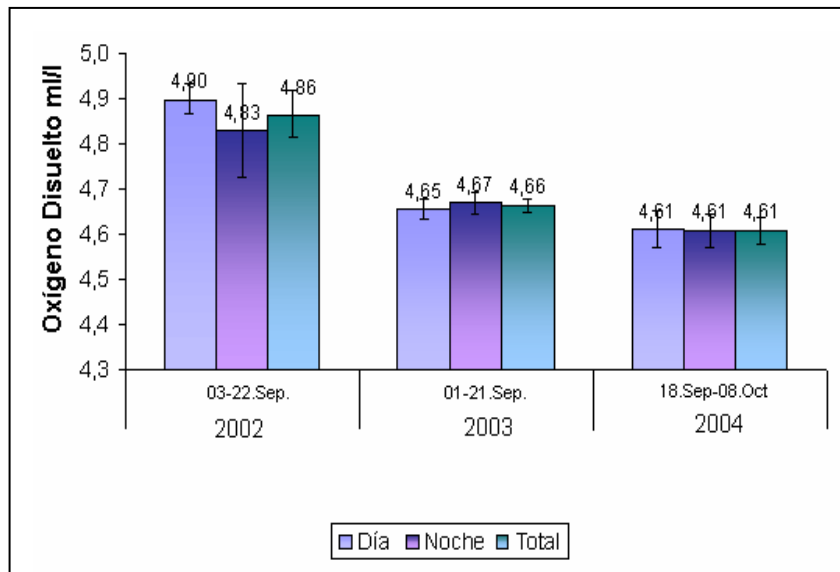


Figura 11. Promedios día, noche y total del oxígeno disuelto superficial (mg/l) en el OPC durante los cinco periodos de estudio, mostrándose los valores promedio y las barras de error estándar.

3.1.4 Concentración de clorofila a superficial.

23 de junio a 12 de julio de 2001.

La clorofila a tuvo un promedio de $0,41 \text{ mg/m}^3$; la concentración más baja correspondió a la estación 81 ($0,02 \text{ mg/m}^3$) y la más alta a la 107 ($1,11 \text{ mg/m}^3$), ambas oceánicas. La mayoría de estaciones exhibió valores medios de clorofila a (Figura 12, Anexo A).



27 de agosto a 15 de septiembre de 2001.

Los valores de clorofila *a* fluctuaron entre 0,08 mg/m³ (estación oceánica 65), y 4,56 mg/m³ (estación costera 10, a la altura de bahía Solano), con un promedio de 0,82 mg/m³. En este caso, casi todas las estaciones presentaron concentraciones bajas de clorofila *a* (Figura 12, Anexo B).

03 a 22 de septiembre de 2002.

El promedio fue 1,73 mg/m³, con valores entre 0,08 mg/m³ en la estación costera 5 y 7,24 mg/m³ en la 14; en ambos casos a la altura de la bahía de Buenaventura (Figura 12, Anexo C). De acuerdo con López *et al.* (2005), el último valor, el más alto para este estudio, pudo deberse al aporte de nutrientes del río San Juan.

01 a 21 de septiembre de 2003.

El promedio en la concentración de clorofila *a* fue de 0,12 mg/m³. Los valores mínimo y máximo registrados fueron de 0,01 mg/m³ en la estación oceánica 113 y 1,38 mg/m³ en la estación costera 5 (Figura 12, Anexo D).

18 de septiembre a 08 de octubre de 2004.

La clorofila *a* varió entre 0,16 mg/m³ (estación costera 1, relativamente cerca de bahía Solano) y 0,98 mg/m³ (estación intermedia 49, relativamente cerca de la ensenada de Tumaco). El promedio fue de 0,61 mg/m³ (Figura 12, Anexo E).

El promedio de concentración de clorofila *a* más bajo para este estudio fue el correspondiente al periodo 01 a 21 de septiembre de 2003 (0,12 mg/m³), seguido del registrado en junio a 12 de julio de 2001 (0,41 mg/m³), y en el periodo 18 de septiembre a 08 de octubre de 2004 (0,61 mg/m³). En cambio, los promedios más



altos fueron los de los periodos 27 de agosto a 15 de septiembre de 2001 (0,82 mg/m³), y 03 a 22 de septiembre de 2002 (1,73 mg/m³) (El Niño).

En el OPC a nivel superficial se registran concentraciones de clorofila *a* entre 0 a 4,6 mg/m³, observándose las mayores concentraciones entre la bahía de Tumaco y la isla Gorgona CCCP (2002), lo cual concuerda con los promedios obtenidos a lo largo de este estudio. De acuerdo con Escarria *et al.* (2005), la poca variabilidad en la distribución de la clorofila *a* es una característica típica de aguas oceánicas superficiales tropicales y se debe a una baja concentración de nutrientes, pero los valores relativamente altos que se registran en aguas costeras responden a concentraciones altas de nutrientes provenientes de aportes de agua dulce. Relacionado con esto, Mallin *et al.* (1991) afirman que las máximas concentraciones de fitoplancton coinciden con las épocas de lluvia, debido a los aportes de aguas continentales que, por medio de los ríos, arrastran grandes cantidades de nutrientes favoreciendo la proliferación y aumento de fitoplancton.

Según López *et al.* (2005), aunque durante el estudio no se determinó la dinámica hidrológica en el OPC, tanto la clorofila *a* como el mesozooplancton presentaron una distribución heterogénea a manera de "parches", muy probablemente debida a procesos hidrodinámicos como, por ejemplo, transporte y retención de aguas, dentro de la compleja hidrodinámica de esa región. En efecto, Álvarez *et al.* (2000, 2004), descubrieron que procesos locales (pequeñas corrientes, turbulencias y remolinos) en contacto con el fondo, generan efectos importantes sobre las corrientes, temperaturas superficiales y procesos de absorción de CO₂ atmosférico y dicho patrón puede influir en la distribución del plancton en general, en el OPC.

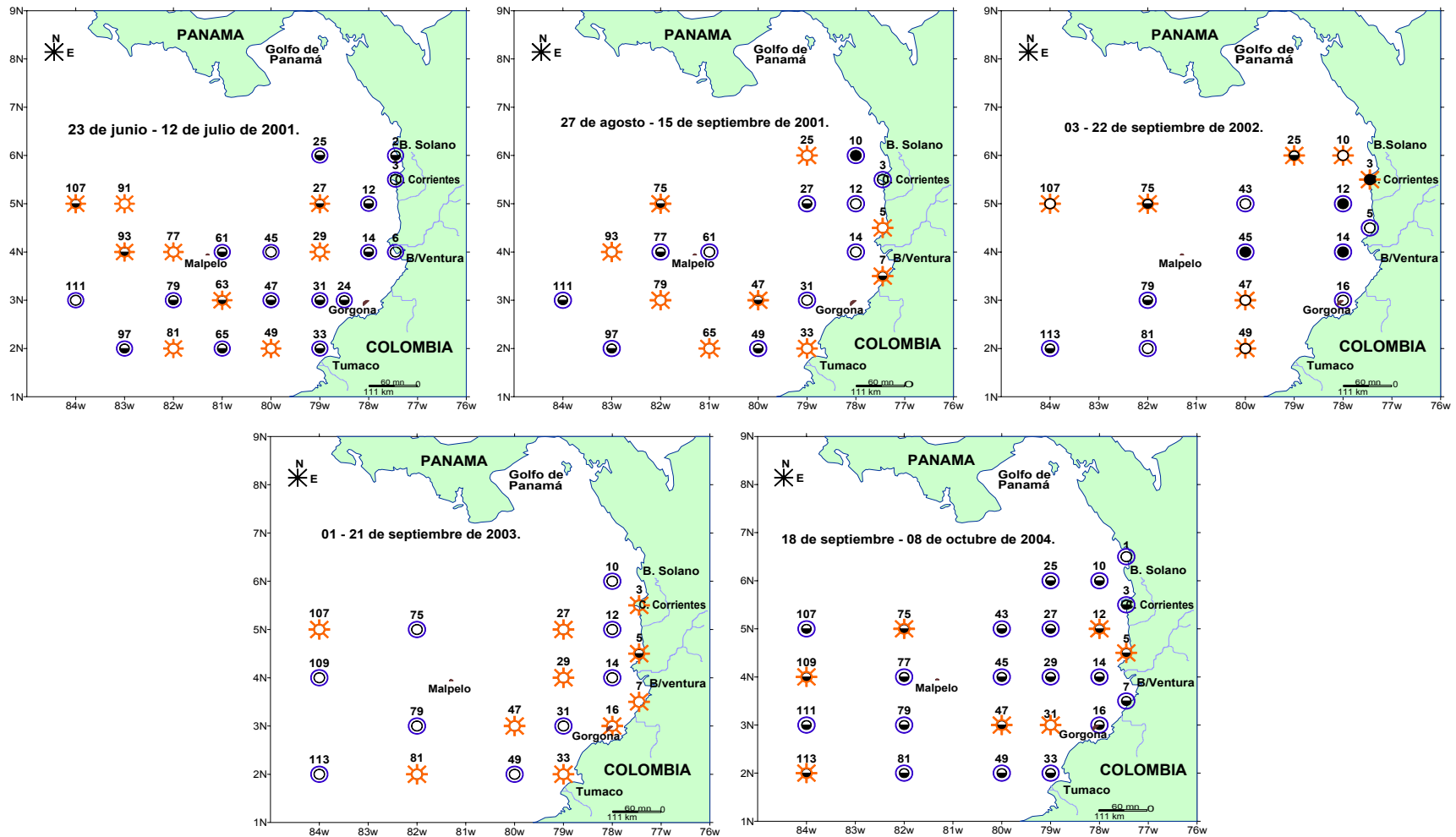


Figura 12. Distribución de clorofila a superficial (mg/m^3) en el OPC durante los cinco periodos de estudio. Concentración baja \circ ($<0,36$), media \bullet ($0,36-3,96$), alta \bullet ($>3,96$). Estaciones diurnas \odot ; Estaciones nocturnas \circ .



3.1.4.1 Variación nictimeral de la clorofila a

Los promedios nocturnos de clorofila a fueron mayores que los diurnos en los periodos de estudio de 2001 y en septiembre de 2002. Por el contrario, en septiembre de 2003, aunque los valores de clorofila a fueron muy bajos, el mayor promedio se registró en el día. En el periodo 18 de septiembre a 08 de octubre de 2004 -al igual que con el oxígeno disuelto- los valores tanto totales, diurnos y nocturnos fueron prácticamente iguales (Figura 13). Con respecto a lo anterior, se puede decir que la luminosidad intensa durante las horas del día afecta de forma negativa los procesos de fotosíntesis, por lo cual el fitoplancton migra a diferentes niveles de la columna de agua, desplazándose hacia el fondo durante el día y en sentido contrario durante la noche (Balech, 1977; Smetacek, 1991 En: López *et al.*, 2005).

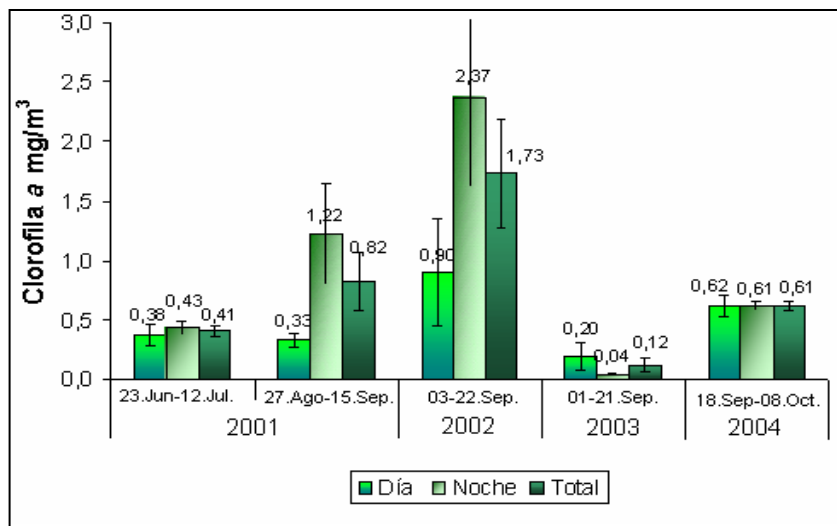


Figura 13. Promedios día, noche y total de clorofila a superficial (mg/m^3) en el OPC durante los cinco periodos de estudio, mostrándose los valores promedio y las barras de error estándar.

3.1.5 Biomasa húmeda de mesozooplancton superficial.

23 de junio a 12 de julio de 2001.

El rango de biomasa varió entre 0,16 y 17,38 $\text{g}/100\text{m}^3$ siendo los tres valores más altos



(17,38, 12,87 y 10,50 g/100m³) registrados en las estaciones costeras 6, 33 y en la oceánica 97, respectivamente. El promedio fue de 3,41 g/100m³ (Figura 14, Anexo A).

27 de agosto a 15 de septiembre de 2001.

En este caso los valores más altos (7,92, 6,11 y 5,17 g/100m³) se presentaron en las estaciones 77, 3 y 27, la primera oceánica y las otras dos cercanas a la costa. La biomasa varió entre 0,17 y 7,92 g/100m³ y el promedio general (3,07 g/100m³) fue cercano al promedio del periodo anterior (Figura 14, Anexo B).

03 a 22 de septiembre de 2002.

La biomasa varió de 0,29 a 19,61 g/100m³. La estación intermedia 49 con el valor más alto (19,61 g/100m³), seguida de las estaciones cercanas a la costa 16 y 12 (16,78 y 11,71 g/100m³, respectivamente). La biomasa más baja (0,29 g/100m³), se registró en la estación costera 33 (cerca de la ensenada de Tumaco) y el promedio general fue de 4,46 g/100m³, el segundo más alto para los cinco periodos de muestreo (Figura 14, Anexo C). López *et al.* (2005) atribuyeron esto a la alta productividad primaria, que en esa época también tuvo el promedio más alto (1,73 mg/m³), lo cual indicó una mejor oferta de alimento para el zooplancton herbívoro a pesar del evento El Niño moderado que se presentó en esta época.

01 a 21 de septiembre de 2003.

En este periodo la menor biomasa (0,01 g/100m³) se presentó en la estación oceánica 81, siendo el mínimo registro, al igual que el promedio (2,52 g/100m³), en la presente investigación. Los valores más altos correspondieron a las estaciones oceánica e intermedia 113 y 31 (6,43 y 5,09 g/100m³, respectivamente) (Figura 14, Anexo D). Contrario a lo expuesto por Escarria *et al.* (2005), la biomasa de mesozooplancton no mostró un patrón definido, en el cual los mayores valores se registraran hacia la zona costera, sino que se observaron áreas de alta concentración de biomasa zoopláctónica dispersas en todo el OPC.



18 de septiembre a 08 de octubre de 2004.

Esta época se caracterizó por los valores de biomasa más altos de la investigación. El promedio fue de 10,72 g/100m³, con el más alto (33,18 g/100m³) en la estación costera 33, seguido de las estaciones oceánicas 81 y 107, con 28,51 y 22,80 g/100m³, respectivamente. El valor más bajo (1,33 g/100m³) fue el de la estación 10 (Figura 14, Anexo E).

De acuerdo con López *et al.* (2005), en cuanto a la distribución espacial de la biomasa de mesozooplankton, los valores más importantes se registraron hacia zonas costeras asociadas a desembocaduras de ríos, cabo Corrientes e islas Malpelo y Gorgona, lo cual se atribuye a procesos de fertilización causados por el aporte de nutrientes por parte de los ríos, así como a los efectos de cabo e isla los cuales causan productividades primarias y secundarias por lo general elevadas (Ott, 1988; Gerlach, 1994 En: López *et al.*, 2005). Por otra parte, en estaciones oceánicas se registraron valores medios y altos de biomasa de mesozooplankton. Con respecto a esto, López *et al.* (2005), manifiestan que puede deberse a surgencias registradas en el OPC (CCCP, 2002) y a movimientos de las masas de agua, y agregan que estas explicaciones ya han sido comprobadas por otros autores (Alvariño, 1999; López, 1997; Wiebe, 1991; Kingsford, 1995).

Escarria *et al.* (2005) aseguran que las concentraciones más altas de biomasa zooplanctónica en la zona costera, se registran principalmente por la topografía del fondo del OPC (costa somera) y la abundancia de oferta de alimento (concentración de clorofila *a*) y agregan que las condiciones geomorfológicas como cabos, bahías y estuarios, tal vez favorecen agregaciones y aumentos de biomasa de fito y zooplankton.

En relación con la distribución horizontal de las mayores biomásas de mesozooplankton, López *et al.* (2005) anotan que esto concuerda con la distribución típica en "parches", explicada anteriormente.

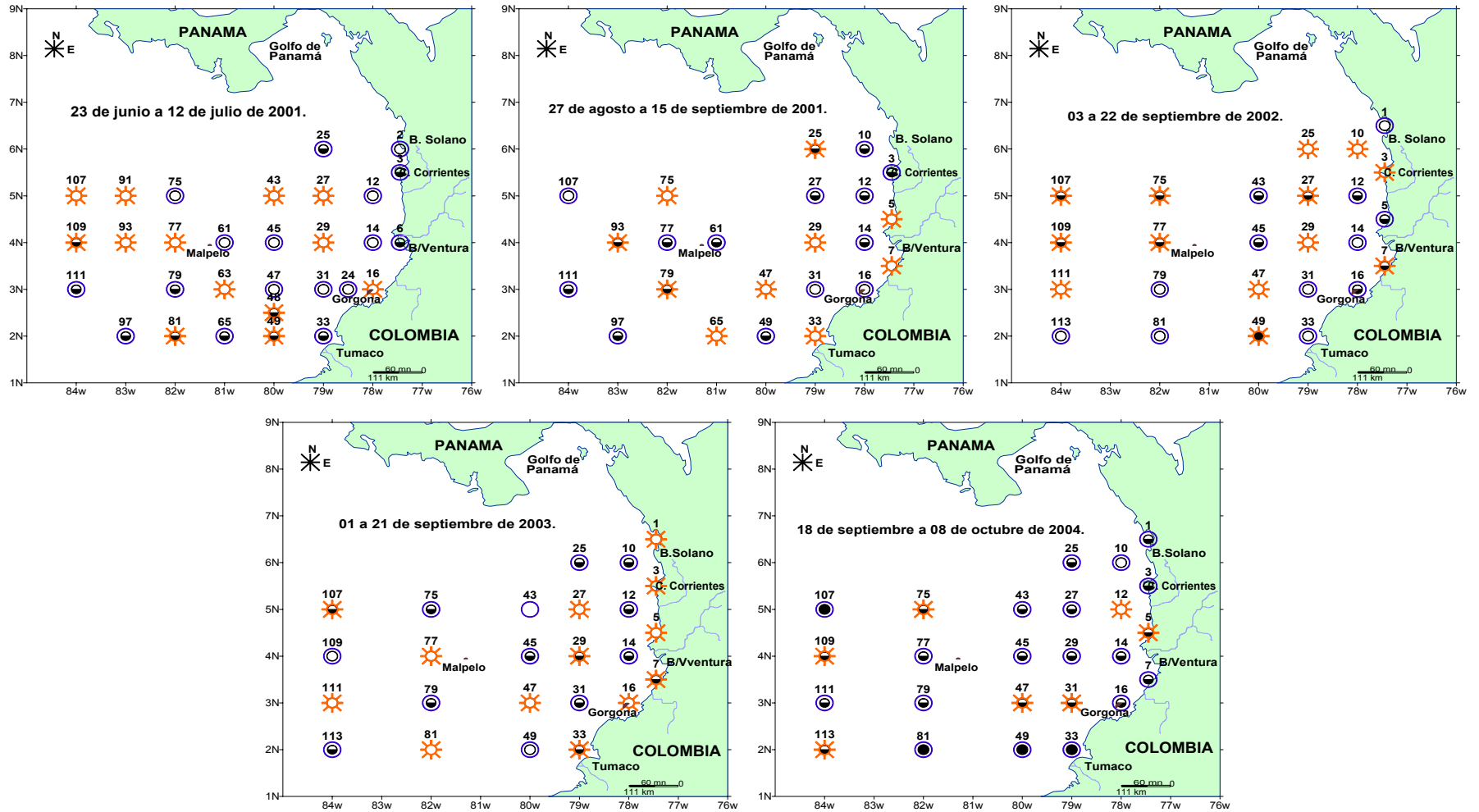


Figura 14. Distribución de biomasa húmeda de mesozooplankton superficial (g/100m³) en el OPC durante los cinco periodos de estudio. Biomasa baja ○ (<2,42), media ◐ (2,42-19,00), alta ● (>19,00). Estaciones diurnas ☀; Estaciones nocturnas ○.



3.1.5.1 Variación nictimeral de la biomasa húmeda de mesozooplankton.

Los promedios nocturnos fueron más altos que los diurnos, excepto en el periodo 03 a 22 de septiembre de 2002, cuando el diurno fue un poco mayor. En comparación con los demás periodos, el de 2004 presentó los promedios más altos (Figura 15). Según lo expuesto por López *et al.* (2005), aunque el número de estaciones día: noche no fue el mismo en los cinco periodos, los promedios más altos registrados para la noche evidenciaron el desplazamiento vertical del zooplankton hacia la superficie, hecho que ha sido comprobado en diferentes estudios (Levinton, 2001; Cifuentes *et al.*, 2003, López, 1984). Por otra parte, Cifuentes *et al.* (2003), afirman que el descenso diurno de varias especies componentes del zooplankton se debe al fototactismo negativo, comprobado porque algunos individuos se encuentran más cerca de la superficie en días con cielo nublado que en los días con cielo despejado.

Adicionalmente, varios autores (Longhurst, 1976; Enright, 1977; Palma, 1985; Pagès & Gili, 1991; Andersen *et al.*, 1992 En: Apablaza & Palma, 2006), expresan que el zooplankton habita un ambiente muy heterogéneo en tiempo y espacio, el cual está determinado por gradientes verticales físicos, químicos y factores biológicos, los cuales están influenciados por la circulación, traspaso de calor, estacionalidad, surgencias y por mezcla vertical, teniendo como consecuencia cambios en la distribución estacional y nictimeral de las poblaciones planctónicas.

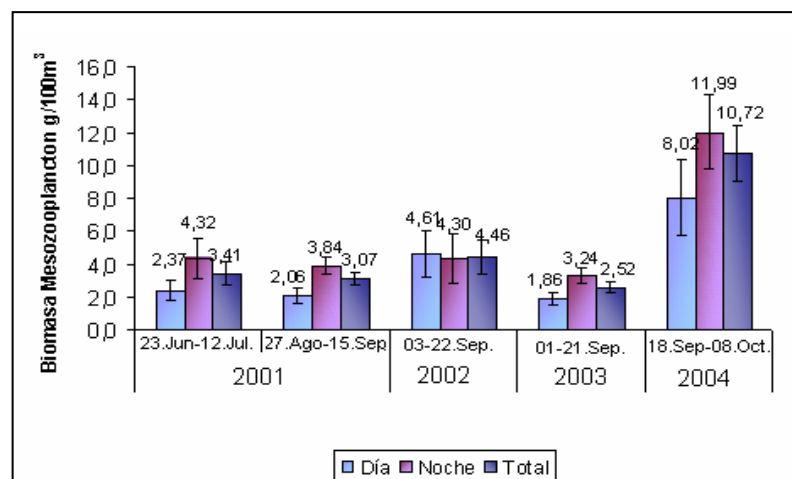


Figura 15. Promedios día, noche y total de la de biomasa húmeda de mesozooplankton superficial ($\text{g}/100\text{m}^3$) en el OPC durante los cinco periodos de estudio, mostrándose los valores promedio y las barras de error estándar.



3.2 COMUNIDAD DE HIDROMEDUSAS

3.2.1 Distribución espacial y temporal de las abundancias generales de las hidromedusas en la superficie.

Se revisó un total de 128 muestras originales correspondientes a las estaciones biológicas de los cruceros oceanográficos realizados por el ERFEN durante los años 2001–2004, según se especificó en la metodología. De dichas muestras se separaron y contaron en total 3664 ind/100m³ hidromedusas. Sus abundancias generales estandarizadas mostraron que el periodo 23 de junio a 12 de julio de 2001 se caracterizó por el menor número de hidromedusas y el periodo 18 de septiembre a 08 de octubre de 2004 por el mayor registro, con la particularidad de ser muy alto en comparación con los demás (Tabla 3).

Tabla 3. Abundancias generales de hidromedusas (ind/m³) en la superficie del OPC durante los cinco periodos de estudio.

Periodos de muestreo	Crucero	Abundancia total
23.Jun-12.Jul.01	PACÍFICO XXXIV - ERFEN XXXII	293
27.Ago-15.Sep.01	PACÍFICO XXXV - ERFEN XXXIII	402
03-22.Sep.02	PACÍFICO XXXVII - ERFEN XXXV	484
01-21.Sep.03	PACÍFICO XXXVIII - ERFEN XXXVI	342
18.Sep-08.Oct.04	PACÍFICO XXXIX - ERFEN XXXVII	2143
	Total	3664

23 de junio a 12 de julio de 2001.

Las abundancias fueron bajas (<16 ind/100 m³), menos en las estaciones 6, 33, 49, 97 y 109, donde se presentaron valores medios. El más representativo (49 ind/100 m³) se dio en la estación costera 6, a la altura de Buenaventura, seguida de las estaciones costera 33 y oceánica 109, ambas con 41 ind/100 m³, distribución que no correspondió a ningún patrón definido. Los valores más bajos (1 ind/100 m³) fueron para las estaciones costera 3, intermedia 48 y oceánica 107. El promedio (10 ind/100 m³) fue el menor de este estudio, a pesar del mayor número de estaciones en este periodo. En



cinco de los 30 puntos muestreados no se capturaron hidromedusas (Figura 16, Anexo A). Los resultados de abundancia concuerdan con los de biomasa de mesozooplancton, aspecto posiblemente relacionado con la naturaleza predadora y carnívora de las hidromedusas y a una mayor disponibilidad de alimento (Benovic *et al.*, 2005).

27 de agosto a 15 de septiembre de 2001.

El promedio de abundancia para este periodo fue de 17 ind/100m³. Al igual que en el caso anterior, en la mayoría de estaciones los registros fueron bajos, exceptuando las estaciones 12, 16, 27, 49, 65 y 77, con valores medios. El más alto (185 ind/100 m³) correspondió a la estación 16 y el más bajo (2 ind/100 m³) a las estaciones 7 y 47. No se capturaron hidromedusas en las estaciones 5, 29 y 75 (Figura 16, Anexo B). En este caso, los resultados de abundancia no se relacionaron con los de biomasa de mesozooplancton.

03 a 22 de septiembre de 2002.

El rango de abundancia fue de uno (estación 33) a 118 ind/100 m³ (estación costera 43), con un promedio de 19 ind/100 m³, el segundo más alto del estudio. A pesar de esto, sólo ocho de las 25 estaciones presentaron abundancias medias, mientras que en las restantes los valores fueron bajos. En la 47 y 111 no se encontraron individuos (Figura 16, Anexo C). En este periodo, una biomasa alta de mesozooplancton, al igual que la abundancia de hidromedusas más baja, se registró en la estación 33 (0,29 g/100m³), tal vez por la relación de las hidromedusas con la oferta alimentaria, como ya se mencionó.

01 a 21 de septiembre de 2003.

El promedio de este periodo fue de 14 ind/100m³. Al igual que en los cruceros anteriores, la mayoría de estaciones presentaron valores bajos de abundancia, menos las estaciones 10, 12, 14, 25, 29, 31, 79, 109 y 113 cuyos valores de abundancia fueron medios. Los valores más bajos fueron los de las estaciones 45 y 81 (1 ind/100



m³), mientras que el más alto fue de 57 ind/100 m³, para la estación 14. En este caso, tres de las 25 estaciones analizadas no presentaron hidromedusas (Figura 16, Anexo D). El bajo valor de abundancia de la estación 81, concordó con el más bajo de biomasa de mesozooplankton en este periodo (0,01 g/100m³).

18 de septiembre a 08 de octubre de 2004.

En este periodo se encontraron hidromedusas en la totalidad de estaciones analizadas (25) y se registraron las abundancias más altas de todo el estudio; por consiguiente, su promedio también lo fue (86 ind/100 m³). La mayoría de estaciones presentaron valores medios y fue en el único periodo en donde dos estaciones (33 y 49), presentaron valores de abundancia altos (381 y 227 ind/100 m³, respectivamente); el más bajo (2 ind/100 m³) fue para la estación 109 (Figura 16, Anexo E). En este periodo el valor máximo de abundancia de hidromedusas también coincidió con el máximo de biomasa de mesozooplankton (33,18 g/100m³).

Las apreciaciones sobre la variación espacio-temporal de las abundancias totales de hidromedusas, en general, pueden resumirse así:

Los valores bajos (<15 ind/ 100 m³) y medios (16-205 ind/ 100 m³) se registraron, tanto en estaciones costeras como oceánicas, mientras que las abundancias máximas se presentaron en el periodo 18 de septiembre a 08 de octubre de 2004, sólo en las estaciones 33 y 49, cercanas a la costa. En ninguno de los períodos se observó un patrón claro de distribución espacial de estos organismos, hecho que se explica, entre otros factores, por la posible influencia de algunos procesos hidrodinámicos que implican transporte, retención y dispersión de los pláncteres, en general (Palma & Apablaza, 2004), así como otros que generan una alta productividad biológica y por tanto, una mayor disponibilidad de alimento (e. g. surgencias, remolinos, frentes), donde se concentran los consumidores (López *et al.*, 2005). Considerando la naturaleza carnívora de las hidromedusas, sus mayores abundancias en algunos sectores tendrían que ver, por lo menos en parte, con la disponibilidad de alimento, lo



cual ha sido confirmado por varios autores (Alvariño, 1985; Purcell, 1997; Benovic *et al.*, 2005).

La distribución espacial también está relacionada con la hora de la captura del zooplancton, debido a las migraciones circadianas que caracterizan estos organismos, incluyendo las hidromedusas (Vinogradov & Shushkina, 2002; Benovic *et al.*, 2005) y se discute en el siguiente numeral.

En relación con los cambios cronológicos, como pudo observarse en los periodos 03 a 22 de septiembre de 2002 y 18 de septiembre a 08 de octubre de 2004, las abundancias de hidromedusas fueron mayores que en los demás, indicando mejores condiciones para dichos organismos, al igual que ocurrió con el resto del zooplancton (López *et al.*, 2005).

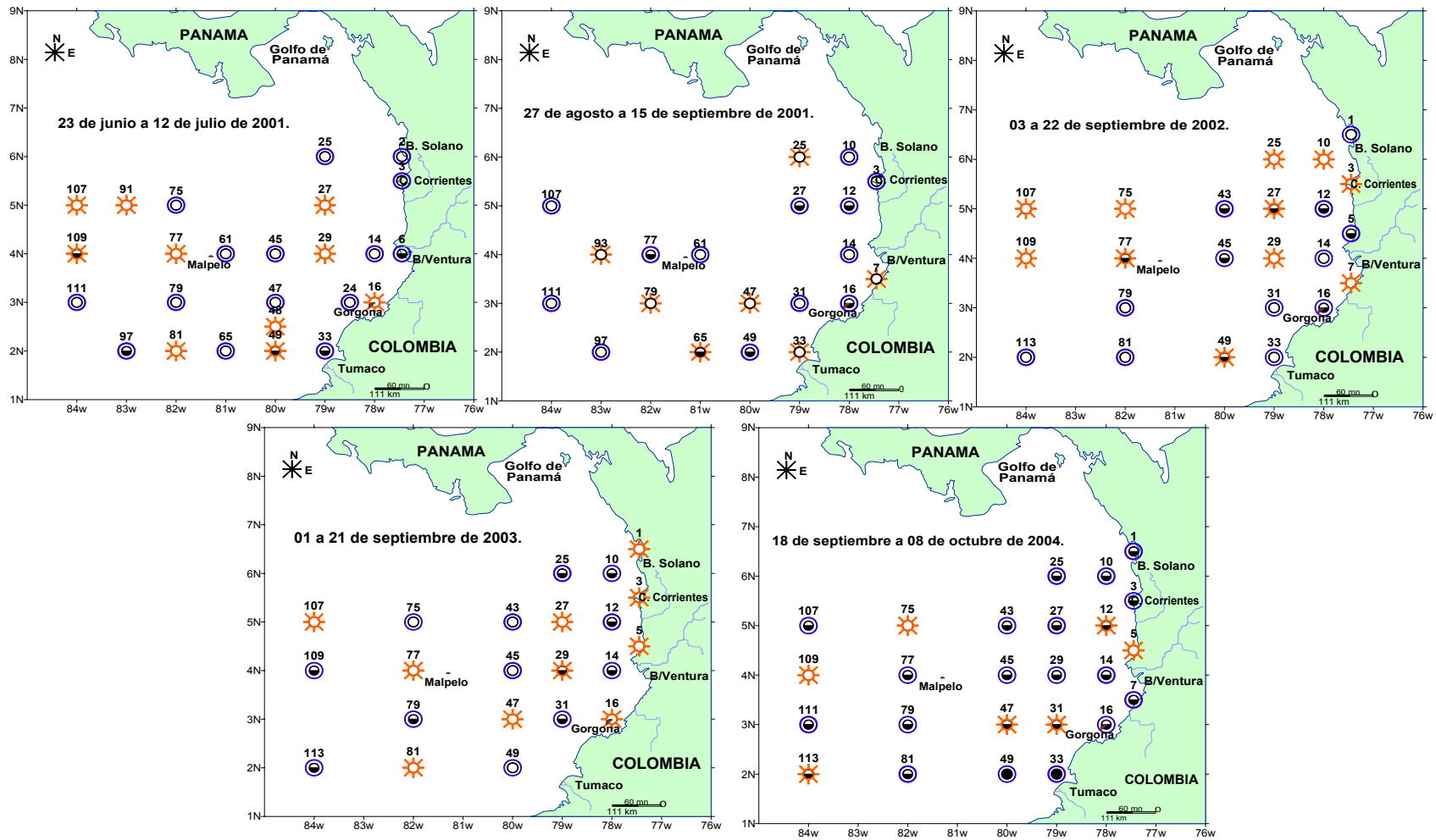


Figura 16. Distribución de abundancias totales de hidromedusas ($\text{ind}/100\text{m}^3$) en la superficie del OPC durante los cinco periodos de estudio. Abundancia baja \circ (<16), media \bullet ($16-205$), alta \bullet (>205). Estaciones diurnas \odot ; Estaciones nocturnas \circ



3.2.1.1 Variación nictimeral de las hidromedusas.

Las abundancias promedio de hidromedusas fueron mayores durante la noche en los cinco periodos de estudio, con las siguientes características: menor valor en el periodo 23.Jun-12.Jul.01 (6,31 vs. 12,63 ind/100 m³, en el día), valores similares en los periodos 27.Ago-15.Sep.01 (26,58 vs. 5,78 ind/100 m³, en el día), 03-22.Sep.02 (26,19 vs. 13,23 ind/100 m³, en el día) y 01-21.Sep.03 (23,17 vs. 4,80 ind/100³, en el día), y valor máximo en el periodo 18.Sep-08.Oct.04 (Figura 17).

Un alto porcentaje de organismos zooplanctónicos realiza desplazamientos nictimerales provocados por factores físicos y biológicos, como intensidad de la luz, mezcla vertical, alimentación, depredación y ganancia energética, comportamiento que ha sido demostrado en diversas especies gelatinosas, incluyendo hidromedusas (Vinogradov & Shushkina, 2002; Benovic *et al.*, 2005; Enright, 1977; Palma, 1985; Pagès & Gili, 1991; Andersen *et al.*, 1992 En: Apablaza & Palma, 2006).

Las mayores biomásas de mesozooplankton también se dieron en la noche, lo que, según López (2007), correspondió a migraciones verticales de esa comunidad hacia la superficie, como se mencionó. Sin embargo, existe controversia sobre la variación circadiana de las densidades de hidromedusas, ya que existen taxa que en la noche se desplazan a aguas más someras o más profundas y otras que no exhiben ninguna migración (Alvariño, 1999; Domínguez, 2002; Vinogradov & Shushkina, 2002; Benović *et al.*, 2005), por lo que esta variable debe ser estudiada de manera más profunda.

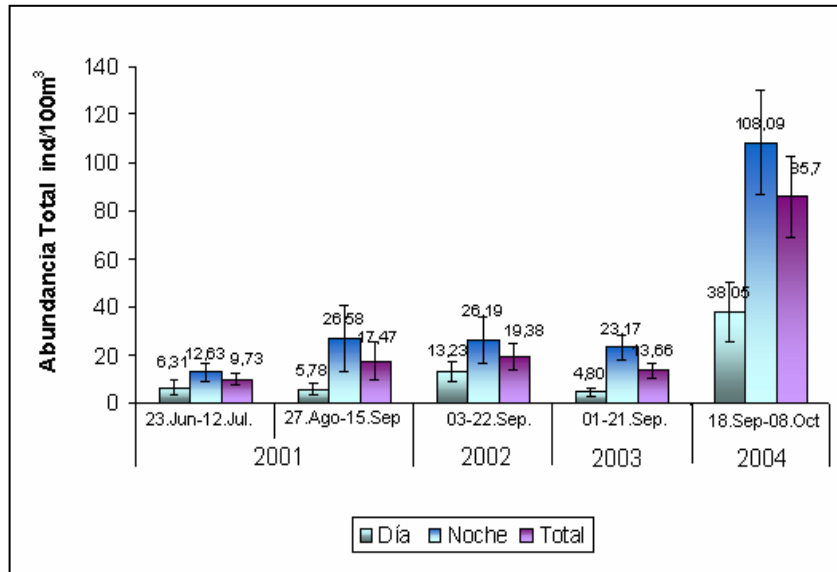


Figura 17. Promedios día, noche y total de abundancia total de hidromedusas (ind/100 m³) en la superficie del OPC durante los cinco periodos de estudio, mostrándose los valores promedio y las barras de error estándar.

3.2.2 Abundancia, composición y distribución de la comunidad de hidromedusas.

En las 128 estaciones muestreadas durante los cinco periodos de estudio se obtuvo un total de 3664 ind/100 m³, distribuidos en cuatro órdenes, 13 géneros y 18 especies. Algunos ejemplares no identificados se designaron como morfotipos (1-10) y siete individuos como no identificables, ya que -como se mencionó en la metodología- en varios casos se encontraron en muy malas condiciones, por lo que sólo pudieron ubicarse dentro de la subclase Hydromedusae. Para cada uno de los cruceros se realizaron mapas de distribución, únicamente para los taxa registrados en al menos tres de las estaciones muestreadas.

A continuación se presenta la ubicación taxonómica de las hidromedusas encontradas durante los cinco periodos de muestreo, alfabéticamente, de acuerdo con el orden al que pertenecen (Segura, 1984; Bouillon, 1999):



Phylum: CNIDARIA Verril, 1865

Clase: HYDROZOA Owen, 1843

Subclase: HYDROMEDUSAE Bouillon, Boero, Cicogna, Gili & Hughes, 1992

Orden: ANTHOMEDUSAE Haeckel, 1879

Familia: CYTAEIDIDAE L. Agassiz, 1862

Género: *Cytaeis* Eschscholtz, 1829

Especie: *Cytaeis tetrastyla* Eschscholtz, 1829 (Figura 18).



Figura 18. *Cytaeis tetrastyla*.

Familia: CORYMORPHIDAE Allman, 1872

Género: *Euphysora* Maas, 1905

Especie: *Euphysora bigelowi* Maas, 1905 (Figura 19).

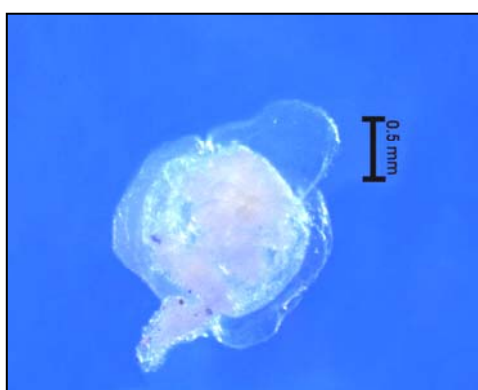


Figura 19. *Euphysora bigelowi*.



Familia: PORPITIDAE Goldfuss, 1818

Género: *Porpita* Lamark, 1801

Especie: *Porpita porpita* (Linnaeus, 1758) (Figura 20).



Figura 20. *Porpita porpita*.

Familia: CORYNIDAE Johnston, 1836

Género: *Sarsia* Lesson, 1843

Especie: *Sarsia cocometra* Bigelow, 1909 (Figura 21).



Figura 21. *Sarsia cocometra*.

Orden: LEPTOMEDUSAE Haeckel, 1886

Familia: AEQUOREIDAE Eschscholtz, 1829

Género: *Aequorea* Perón & Lesueur, 1810

Especie: *Aequorea* sp.1 (Figura 22a).

Aequorea sp. 2 (Figura 22b).

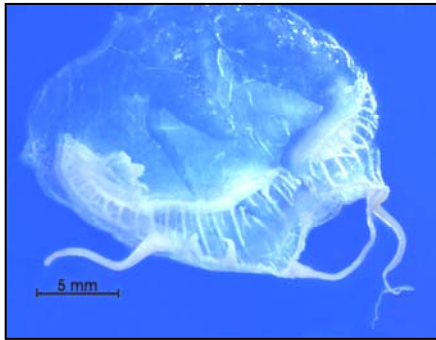


Figura 22a. *Aequorea* sp. 1.

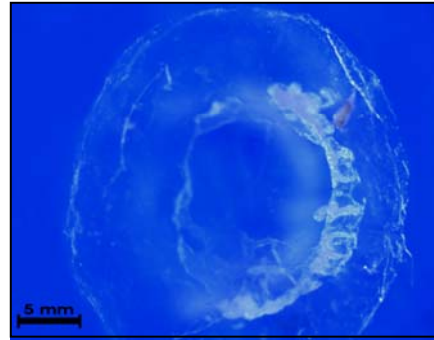


Figura 22b. *Aequorea* sp. 2.

Familia: CAMPANULARIIDAE Johnston, 1836

Género: *Clytia* Lamouroux, 1812

Especie: *Clytia* sp. (Figura 23).

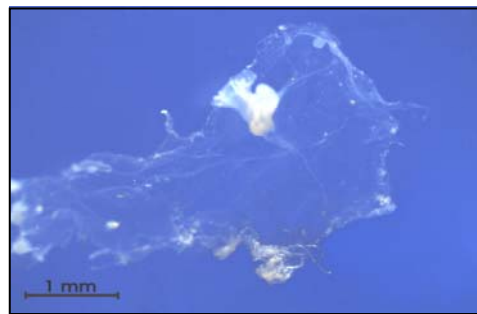


Figura 23. *Clytia* sp.

Familia: EIRENIDAE Haeckel, 1879

Género: *Eirene* Eschscholtz, 1829

Especie: *Eirene lactea* Mayer, 1900 (Figura 24).

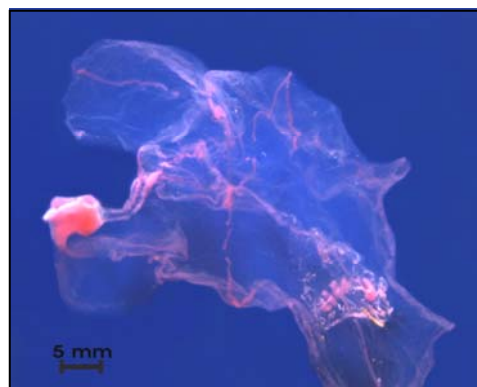


Figura 24. *Eirene lactea*.



Familia: EIRENIDAE Haeckel, 1879
Género: *Eirene* Eschscholtz, 1829
Especie: *Eirene* sp. (Figura 25).

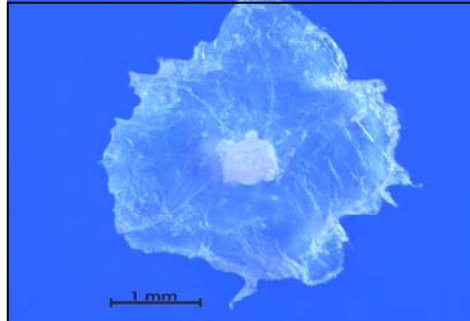


Figura 25. *Eirene* sp.

Orden: NARCOMEDUSAE Haeckel, 1879
Familia: CUNINIDAE Bigelow, 1913
Género: *Cunina* Eschscholtz, 1829
Especie: *Cunina* sp.1 (Figura 26a).
Cunina sp. 2 (Figura 26b).
Cunina sp. 3 (Figura 26c).

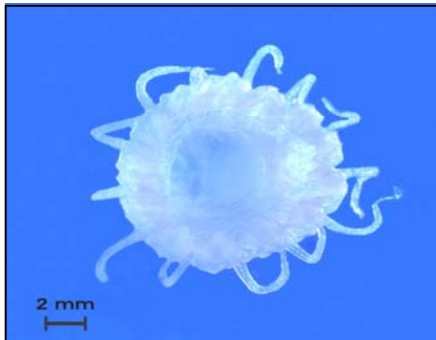


Figura 26a. *Cunina* sp. 1.

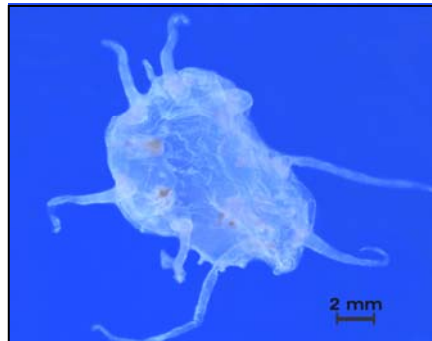


Figura 26b. *Cunina* sp. 2.

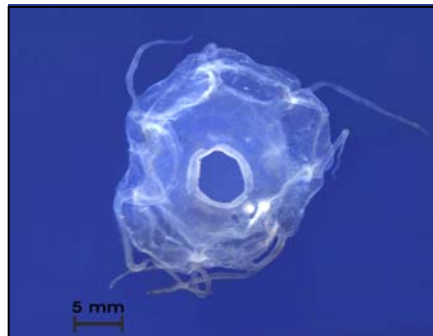


Figura 26c. *Cunina* sp. 3.



Familia: SOLMARISIDAE Haeckel, 1879

Género: *Pegantha* Haeckel, 1879

Especie: *Pegantha triloba* Haeckel, 1879 (Figura 27).

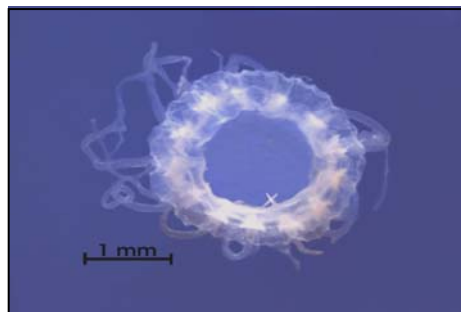


Figura 27. *Pegantha triloba*.

Familia: SOLMARISIDAE Haeckel, 1879

Género: *Pegantha* Haeckel, 1879

Especie: *Pegantha* sp. (Figura 28).

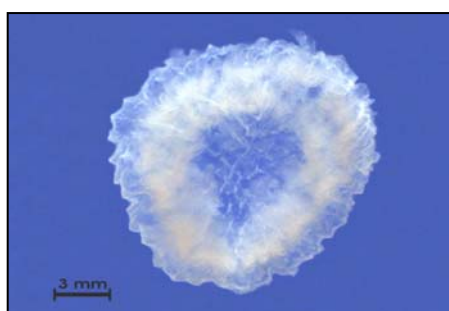


Figura 28. *Pegantha* sp.

Familia: AEGINIDAE Gegenbaur, 1857, Mass, 1904

Género: *Solmundella* Haeckel, 1879

Especie: *Solmundella bitentaculata* (Quoy & Gaimard, 1833) (Figura 29).

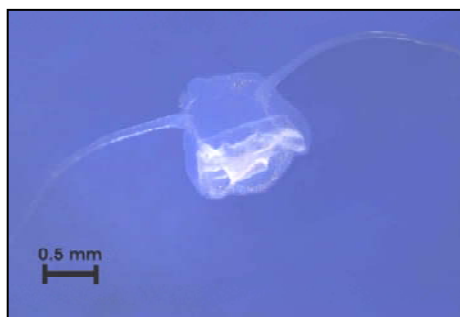


Figura 29. *Solmundella bitentaculata*.



Orden: TRACHYMEDUSAE Haeckel, 1866

Familia: RHOPALONEMATIDAE Russell, 1953

Género: *Aglaura* Péron & Lesueur, 1810

Especie: *Aglaura hemistoma* Péron & Lesueur, 1810 (Figura 30).

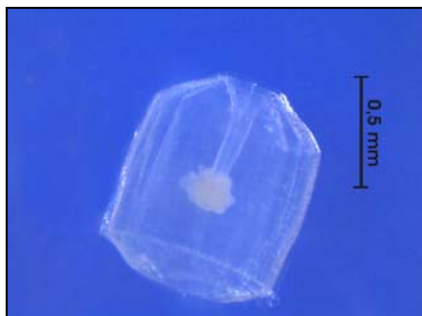


Figura 30. *Aglaura hemistoma*.

Familia: GERYONIIDAE Eschscholtz, 1829

Género: *Liriope* Lesson, 1843

Especie: *Liriope tetraphylla* (Chamisso & Eysenhardt, 1821) (Figura 31).

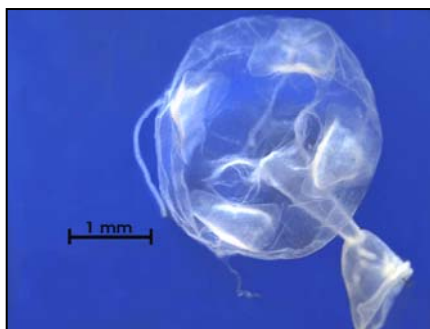


Figura 31. *Liriope tetraphylla*.

Familia: RHOPALONEMATIDAE Russell, 1953

Género: *Rhopalonema* Gegenbaur, 1857

Especie: *Rhopalonema velatum* Gegenbaur, 1857 (Figura 32).



Figura 32. *Rhopalonema velatum*.



3.2.2.1 Densidad y distribución espacial.

23 de junio a 12 de julio de 2001.

Se registró un total de 293 ind/100 m³ en 25 de las 30 estaciones muestreadas, representados en 11 géneros y 13 especies; además de los morfotipos 1 y 2, con 1 ind/100 m³ cada uno, así como un individuo no identificable. Las especies más representativas por su densidad fueron *L. tetraphylla*, *A. hemistoma*, *C. tetrastyla*, *R. velatum*, *S. cocometra* y *P. triloba*, con 101, 92, 54, 15, 9 y 8 ind/100 m³, respectivamente (Figura 33).

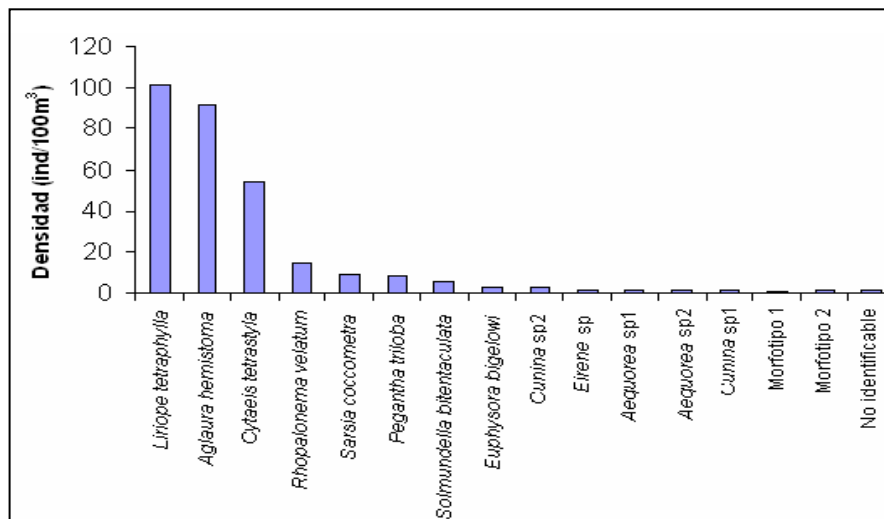


Figura 33. Densidad de hidromedusas (ind/100m³) encontradas en el OPC durante el periodo 23 de junio a 12 de julio de 2001.

En orden de mayor a menor distribución por taxón se encontró lo siguiente (Figura 34):

A. hemistoma se registró en casi todas las estaciones (14 nocturnas y ocho diurnas), entre costeras, intermedias y oceánicas, excepto en la 65 y 107, con baja densidad, destacándose los valores de las estaciones 33 costera y 109 oceánica (24 y 18 ind/100 m³, respectivamente).

L. tetraphylla apareció en estaciones tanto costeras, como en intermedias y oceánicas, encontrándose principalmente en estaciones nocturnas (13) y en cinco diurnas. La



densidad fue baja, menos en la estación costera y nocturna 6 (27 ind/100 m³) y en las estaciones diurnas, oceánica e intermedia 109 (16 ind/100 m³) y 49 (12 ind/100 m³), respectivamente.

C. tetrastyla tuvo una baja densidad; se capturó en cinco estaciones (costeras, intermedias y oceánicas) nocturnas y cuatro diurnas, ubicadas en la parte intermedia y oceánica, con los valores más representativos en las estaciones nocturnas 6 (13 ind/100 m³) y 97 (12 ind/100 m³), así como 14 y 33 (cada una con 8 ind/100 m³).

R. velatum se obtuvo en bajo número en cuatro estaciones (intermedias y oceánicas) nocturnas y dos diurnas; en la 97 se registró el valor más importante (6 ind/100 m³).

S. cocometra también tuvo un bajo número; apareció en las estaciones nocturnas (6, 25 y 65), ubicadas en parte costera, intermedia y oceánica, respectivamente y siendo más abundante en la 25, con 7 ind/100 m³.

S. bitentaculata se registró en estaciones costeras y oceánicas siendo 2, 65 y 75 nocturnas (2 ind/100 m³ en cada una) y la diurna 109 (1 ind/100 m³).

Otras especies con menor densidad fueron: *E. bigelowi* (3 ind/100 m³, estación nocturna, costera 6), *Eirene* sp. (2 ind/100 m³, estación nocturna, costera 14), *Aequorea* sp.1 y sp. 2 (cada una con 1 ind/100 m³, estaciones intermedias nocturna 25 y diurna 27, respectivamente), *Cunina* sp. 1 (1 ind/100 m³, estación 61) y *Cunina* sp. 2 (3 ind/100 m³, estación oceánica 109) y *P. triloba* (8 ind/100 m³, estación oceánica 97). Las primeras cinco especies sólo se registraron durante este periodo.

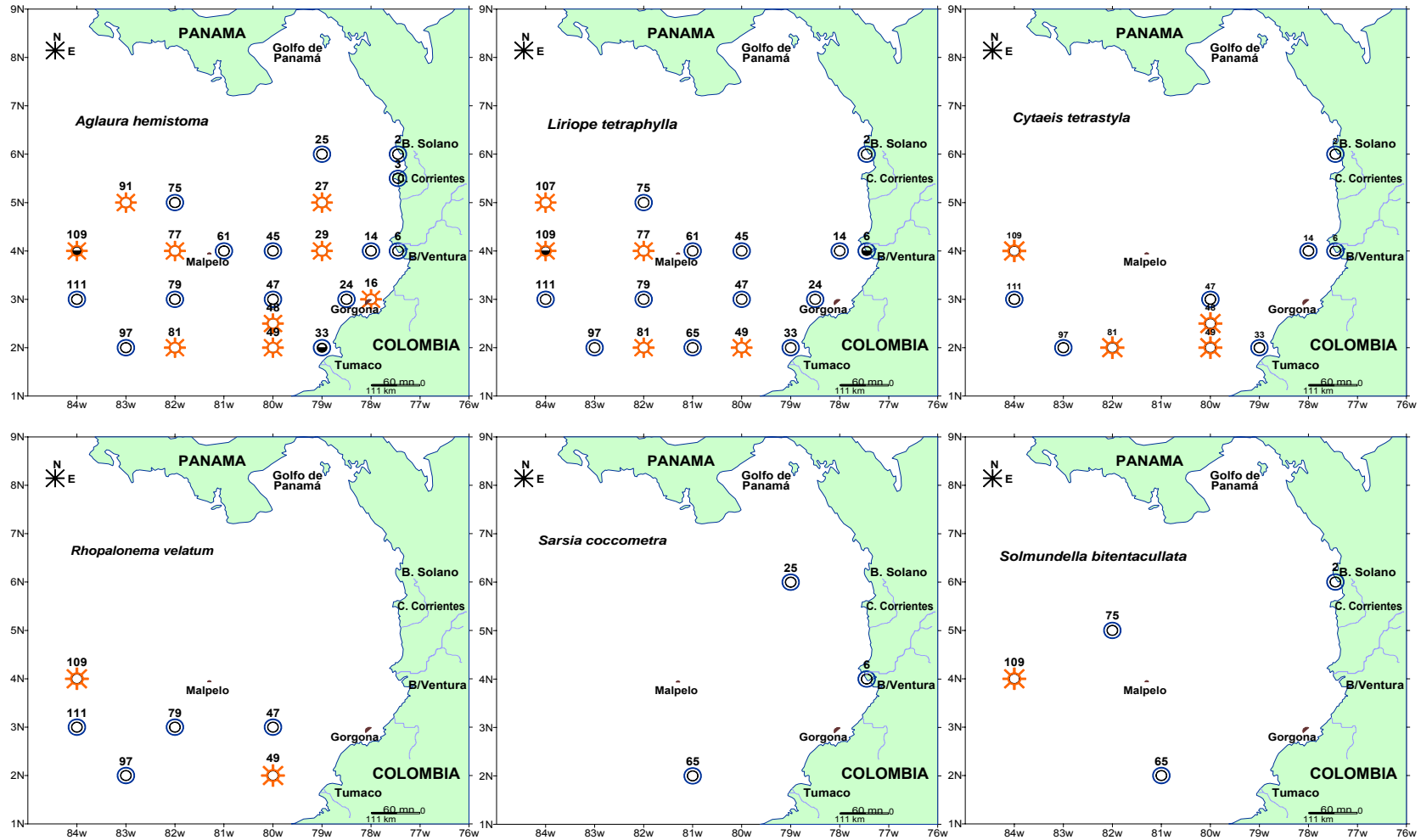


Figura 34. Distribución superficial de los principales taxa de hidromedusas (ind/100m³) encontrados en el OPC durante el periodo 23 de junio a 12 de julio de 2001. Densidad baja ○ (<16), media ◐ (16-205), alta ● (>205). Estaciones diurnas ☀; Estaciones nocturnas ○.



27 de agosto a 15 de septiembre de 2001.

Se contabilizó un total de 402 ind/100 m³ en 20 estaciones, pertenecientes a nueve géneros y 10 especies, además de 2 ind/100 m³ del morfotipo 3 y 1 ind/100 m³, no identificable. La densidad más alta correspondió a *A. hemistoma* (312 ind/100 m³), seguida de *C. tetrastyla* (43 ind/100 m³), *L. tetraphylla* (23 ind/100 m³), *S. bitentaculata* (8 ind/100 m³) y *P. triloba* (6 ind/100 m³) (Figura 35).

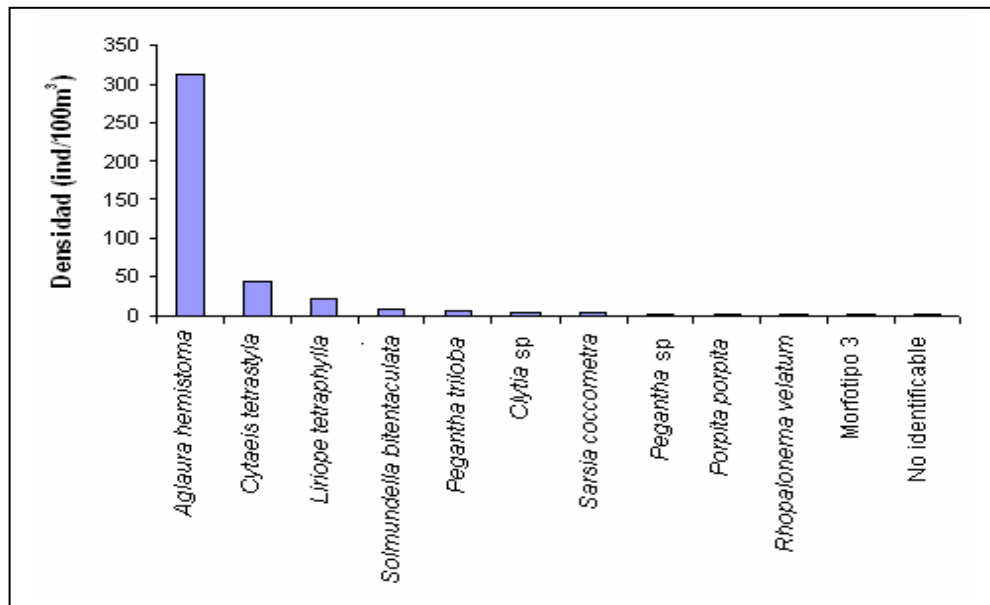


Figura 35. Densidad de hidromedusas (ind/100m³) encontradas en el OPC durante el periodo 27 de agosto a 15 de septiembre de 2001.

En orden de mayor a menor distribución por taxón se encontró lo siguiente (Figura 36):

A. hemistoma se registró en la mayoría de estaciones (costeras, intermedias y oceánicas) y (nueve nocturnas y seis diurnas). Presentó baja densidad, a excepción de las estaciones 16 y 49 (nocturnas), donde se dieron los mayores valores (182 y 63 ind/100 m³, respectivamente).

C. tetrastyla se registró en estaciones costeras, intermedias y oceánicas de las cuales ocho fueron nocturnas y dos diurnas. En general mostró baja densidad (<16 ind/100 m³), con los registros más altos en las estaciones nocturna 77 y diurna 65, con 16 y 15 ind/100 m³, respectivamente.



L. tetraphylla se capturó en bajo número en estaciones costeras, intermedias y oceánicas de las cuales cinco eran nocturnas y tres diurnas, siendo más representativa en la nocturna e intermedia 27 (8 ind/100 m³).

S. bitentaculata se capturó en estaciones costeras, intermedias y oceánicas, siendo tres estaciones nocturnas y dos diurnas, donde las densidades no sobrepasaron los 3 ind/100 m³.

S. coccometra apareció en tres estaciones ubicadas en la parte costera e intermedia y siendo 3 y 27 nocturnas, y 26 diurna, cada una con 1 ind/100 m³.

P. triloba se capturó en las estaciones 14 (nocturna y costera) con 5 ind/100 m³ y en la 65 (diurna y oceánica) con 1 ind/100 m³.

Otros taxa de menor densidad (2 ind/100 m³) fueron *Clytia* sp. en estaciones nocturnas 3 (costera) y 111 (oceánica) y *Pegantha* sp. (estación nocturna e intermedia 49), así como *P. porpita* y *R. velatum* (1 ind/100 m³), en las estaciones diurnas 25 (intermedia) y 65 (oceánica), respectivamente.

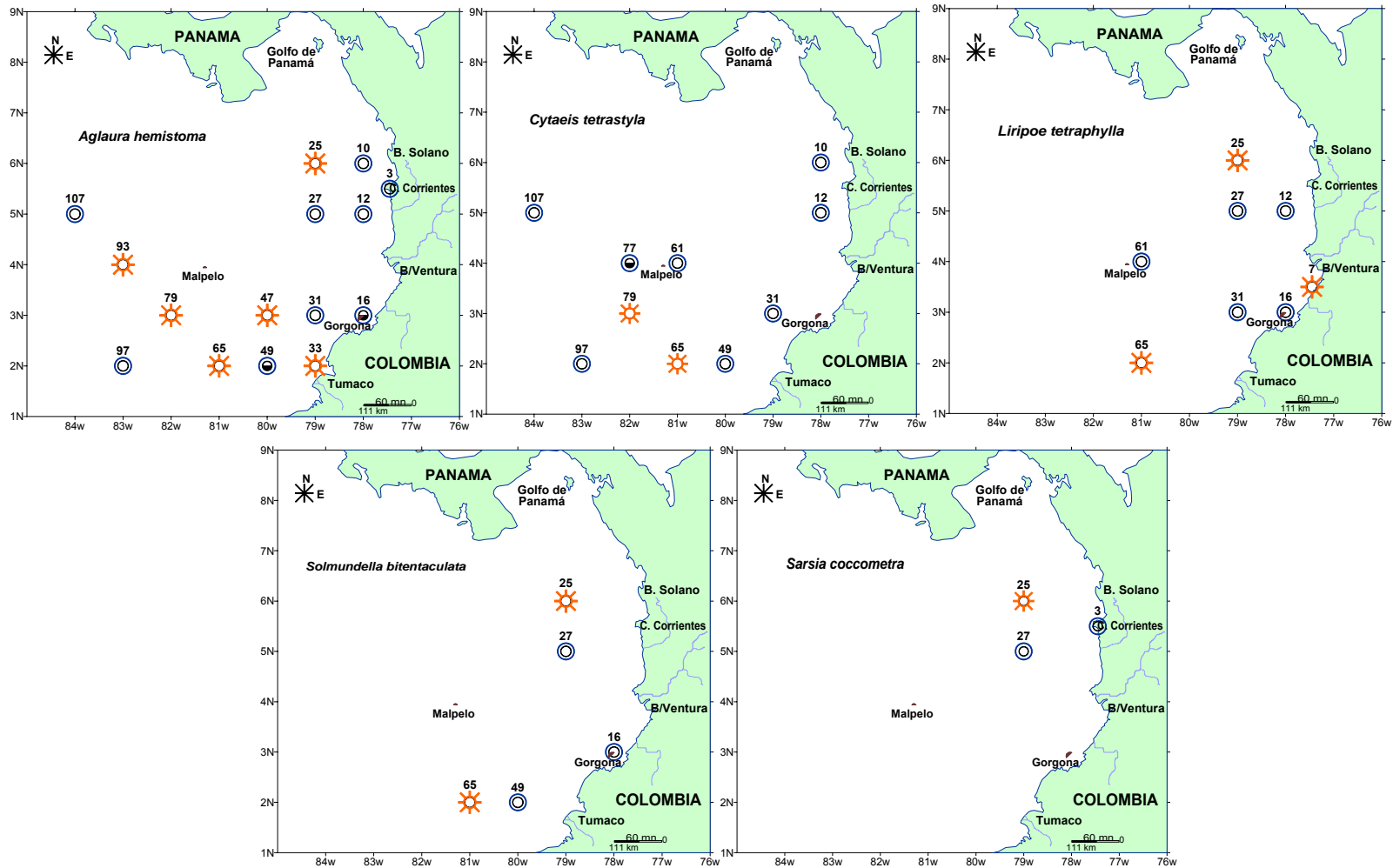


Figura 36. Distribución superficial de los principales taxa de hidromedusas (ind/100m³) encontrados en el OPC durante el periodo 27 de agosto a 15 de septiembre de 2001. Densidad baja ○ (<16), media ◐ (16-205), alta ● (>205). Estaciones diurnas ☀; Estaciones nocturnas ○.



03 a 22 de septiembre de 2002.

Se encontraron hidromedusas en 23 estaciones, registrándose 484 ind/100 m³, pertenecientes a 10 géneros y 11 especies; también los morfotipos 4, 5 y 6, con 8, 1 y 1 ind/100 m³, respectivamente. *A. hemistoma* fue la más representativa (318 ind/100 m³), seguida de *L. tetraphylla* (65 ind/100 m³), *C. tetrastyla* (34 ind/100 m³), *P. triloba* (26 ind/100 m³), *S. bitentaculata* (25 ind/100 m³) y *S. cocometra* (8 ind/100 m³) (Figura 37).

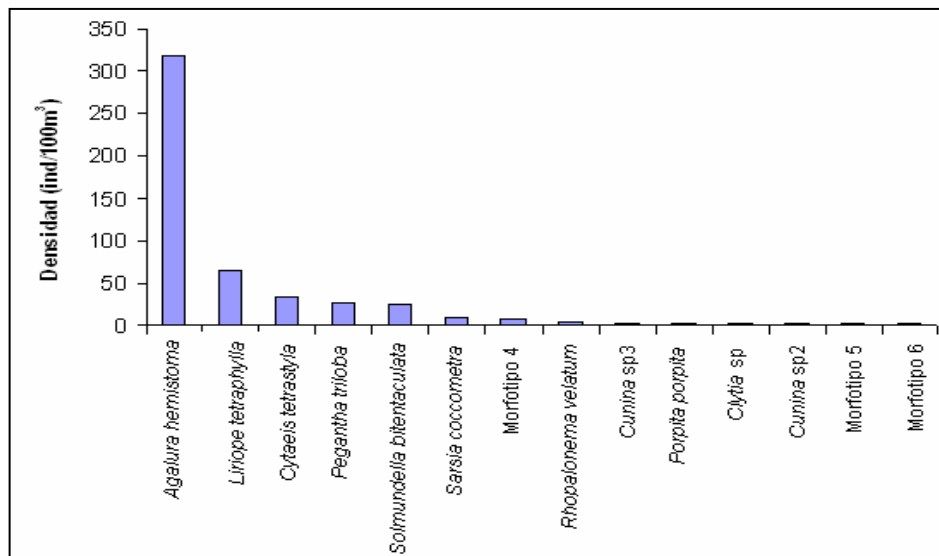


Figura 37. Densidad de hidromedusas (ind/100m³) encontradas en el OPC durante el periodo 03 a 22 de septiembre de 2002.

En orden de mayor a menor distribución por taxón se encontró lo siguiente (Figura 38):

L. tetraphylla apareció en 15 de las 23 estaciones muestreadas ubicadas en la parte costera, intermedia y oceánica, siendo 10 nocturnas y cinco diurnas. Su densidad fue baja, excepto en la estación intermedia y nocturna 43, donde alcanzó 21 ind/100 m³. El valor más representativo fue para la estación 43, seguida de la 5 y 45, con 21 y 8 ind/100 m³, respectivamente, las tres nocturnas y ubicadas en la parte costera e intermedia.

A. hemistoma se registró en casi todas las estaciones tanto costeras como intermedias y oceánicas (11 nocturnas y 10 diurnas), excepto en las estaciones 1 (costera y



nocturna) y 29 (intermedia y diurna). Las mayores densidades se dieron en la estación intermedia 49 (53 ind/100 m³), y las 5 y 16 (29 y 22 ind/100 m³, respectivamente), ambas costeras y nocturnas. En las demás, los valores fueron medios y bajos.

C. tetrastyla presentó <16 ind/ 100 m³ y apareció en 10 estaciones nocturnas ubicadas en la parte costera, intermedia y oceánica y dos diurnas, una en la parte costera y otra en la oceánica, con mayor número en las estaciones 5 y 77, con 12 y 8 ind/100 m³, respectivamente.

S. bitentaculata se capturó en ocho estaciones nocturnas, ubicadas en la parte costera, intermedia y oceánica y una diurna e intermedia, teniendo la 5, 43 y 49, 8, 7 y 4 ind/100 m³, respectivamente, y las demás valores de 1 ind/100 m³, cada una.

R. velatum sólo se halló en cinco estaciones, una costera, una intermedia y tres oceánicas de las cuales, cuatro eran nocturnas (31, 45, 81 y 113) y una diurna (109), con 1 ind/100 m³ en cada una.

S. cocometra también apareció sólo en cinco estaciones la mayoría ubicadas hacia la parte costera e intermedia, dos nocturnas (14 y 16) y tres diurnas (10, 25 y 75), sin que su densidad sobrepasara los 2 ind/100 m³.

P. triloba, como en los dos casos anteriores, se capturó en cinco puntos ubicados en la parte costera e intermedia, tres nocturnos y dos diurnos, con 14, 8 y 2 ind/100 m³ en las estaciones 27, 43 y 29, respectivamente, y 1 ind/100 m³ en la 31 y 33.

P. porpita sólo se capturó en las estaciones diurnas costeras e intermedias, 7, 10 y 25, con apenas 1 ind/100 m³, cada una.

Cunina sp. 3 fue encontrada en las estaciones oceánicas 75 (diurna) y 79 (nocturna), con 2 y 1 ind/100 m³, respectivamente.

Clytia sp. y *Cunina* sp. 2 aparecieron sólo en la noche cerca de la costa (estación 5 y 16, respectivamente), con 2 ind/100 m³, cada una.

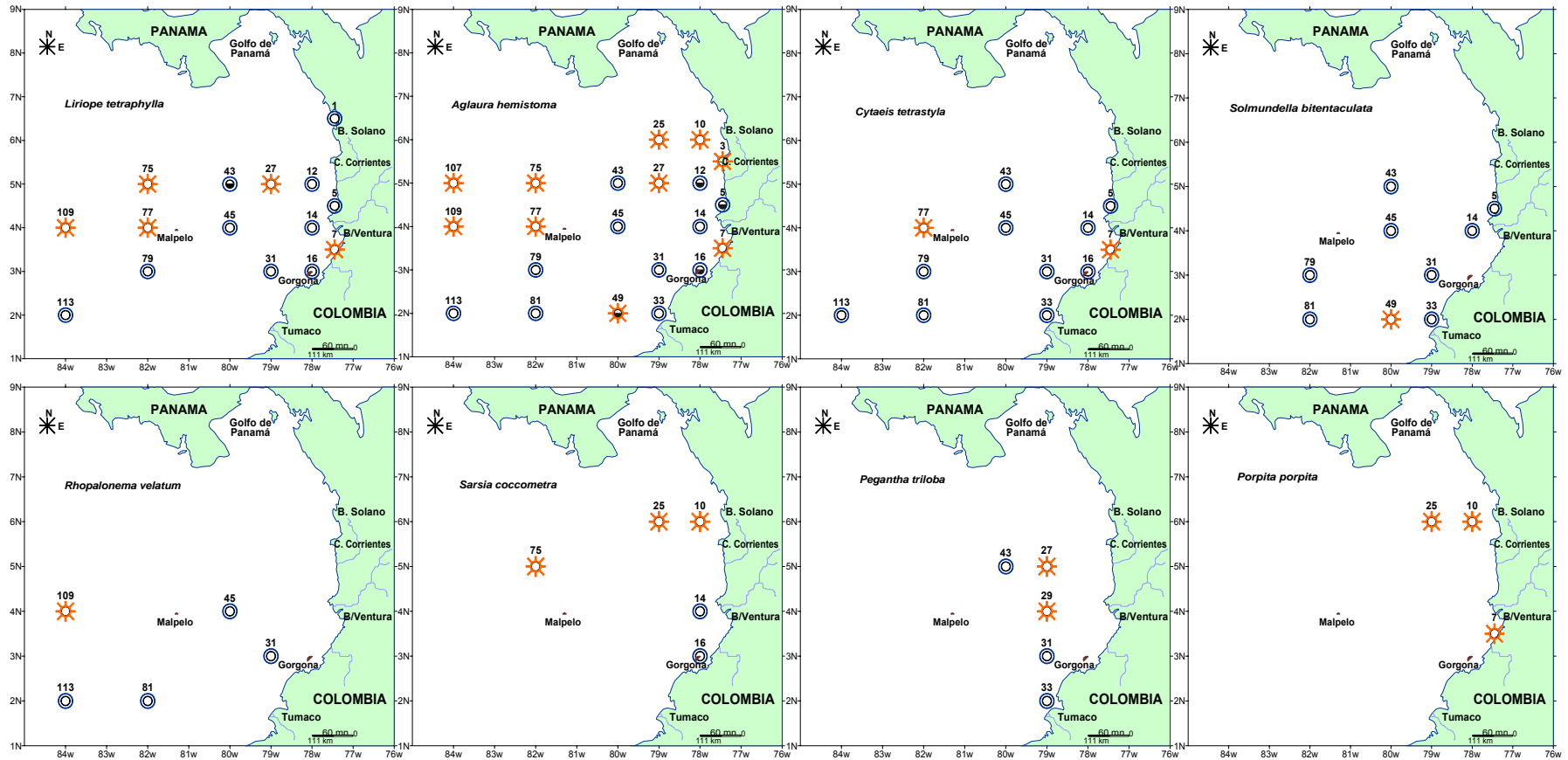


Figura 38. Distribución superficial de los principales taxa de hidromedusas (ind/100m³) encontrados en el OPC durante el periodo 03 a 22 de septiembre de 2002. Densidad baja ○ (<math>< 16</math>), media ◐ (16-205), alta ● (>205). Estaciones diurnas ☆; Estaciones nocturnas ○.



01 a 21 de septiembre de 2003.

Se encontraron 342 ind/100m³ en 22 de las 25 estaciones muestreadas, representados en 10 géneros y 10 especies; además, 2 ind/100 m³ denominados morfotipo 7, así como 5 ind/100 m³ no identificables. La especie más relevante fue *A. hemistoma* (149 ind/100 m³), seguida de *L. tetraphylla* (86 ind/100 m³), *C. tetrastyla* (54 ind/100 m³), *S. bitentaculata* (18 ind/100 m³), *P. porpita* (10 ind/100 m³) y *Cunina* sp. 2 (9 ind/100 m³) (Figura 39).

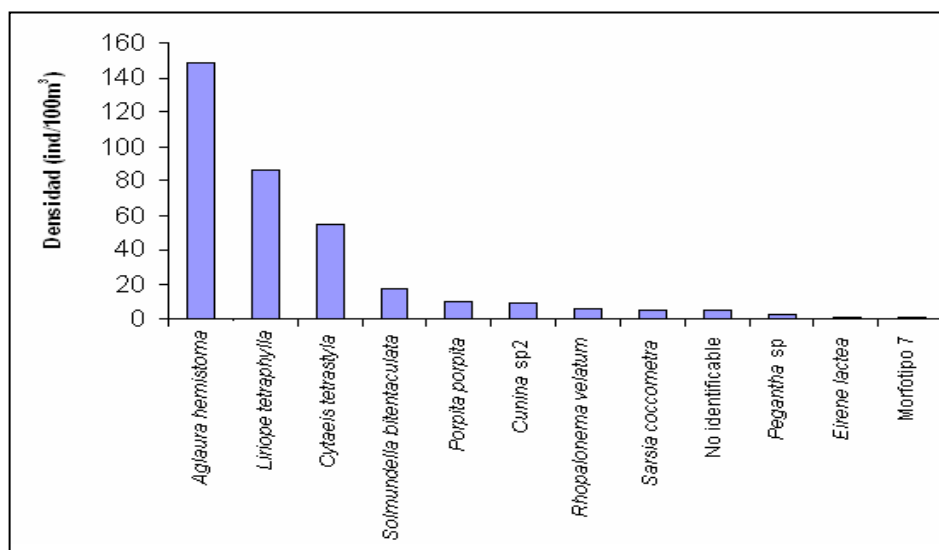


Figura 39. Densidad de hidromedusas (ind/100m³) encontradas en el OPC durante el periodo 01 a 21 de septiembre de 2003.

En orden de mayor a menor distribución por taxón se encontró lo siguiente (Figura 40):

L. tetraphylla apareció en la mayoría de las estaciones: costeras, intermedias y oceánicas (12 nocturnas y cinco diurnas). En la estación 14 tuvo mayor densidad (23 ind/100 m³), seguida de la 31, 12 y 79, con 16, 9 y 7 ind/100 m³, en su orden.

A. hemistoma también se registró en estaciones costeras, intermedias y oceánicas, siendo 10 nocturnas y seis diurnas, con mayor proporción en las estaciones nocturnas costera 25 y oceánica 109, ambas con 21 ind/100 m³, seguidas de las estaciones 29, 31, 79, 113 y 14, con 17, 18, 16, 14 y 13 ind/100 m³, respectivamente. La estación intermedia y diurna 29 tuvo el valor más relevante (17 ind/100 m³).



C. tetrastyla fue registrada en las tres sub áreas definidas (costera, intermedia y oceánica) en dos estaciones diurnas y 10 nocturnas, siendo más representativa en cuatro de las últimas, así: 10, 14, 31 y 12, con 16, 14, 9 y 5 ind/100 m³, en su orden.

S. bitentaculata fue capturada en seis estaciones nocturnas y una diurna, ubicadas en su mayoría hacia la parte costera en intermedia; su mayor densidad (4 ind/100 m³) se presentó en la estación nocturna 12.

P. porpita se registró en cuatro estaciones nocturnas y dos diurnas, ubicadas tanto en la parte costera como en la intermedia y oceánica, sin sobrepasar los 3 ind/100 m³.

S. cocometra se halló en estaciones cercanas a la costa dos estaciones nocturnas y tres diurnas, con mayor densidad diurna (2 ind/100 m³, estación 5).

R. velatum y *Cunina* sp. 2 sólo se encontraron en la noche; la primera en las estaciones costeras 14, 31 y en la oceánica 79, con 2 ind/100 m³ en cada caso, y la segunda en las estaciones 25 (intermedia) y 79 (oceánica), con 8 y 2 ind/100 m³, respectivamente.

Pegantha sp. y *Eirene lactea* sólo se registraron en una estación; la primera en la noche (estación oceánica 113, 2 ind/100 m³) y la segunda en el día (estación costera 14, 1 ind/100 m³).

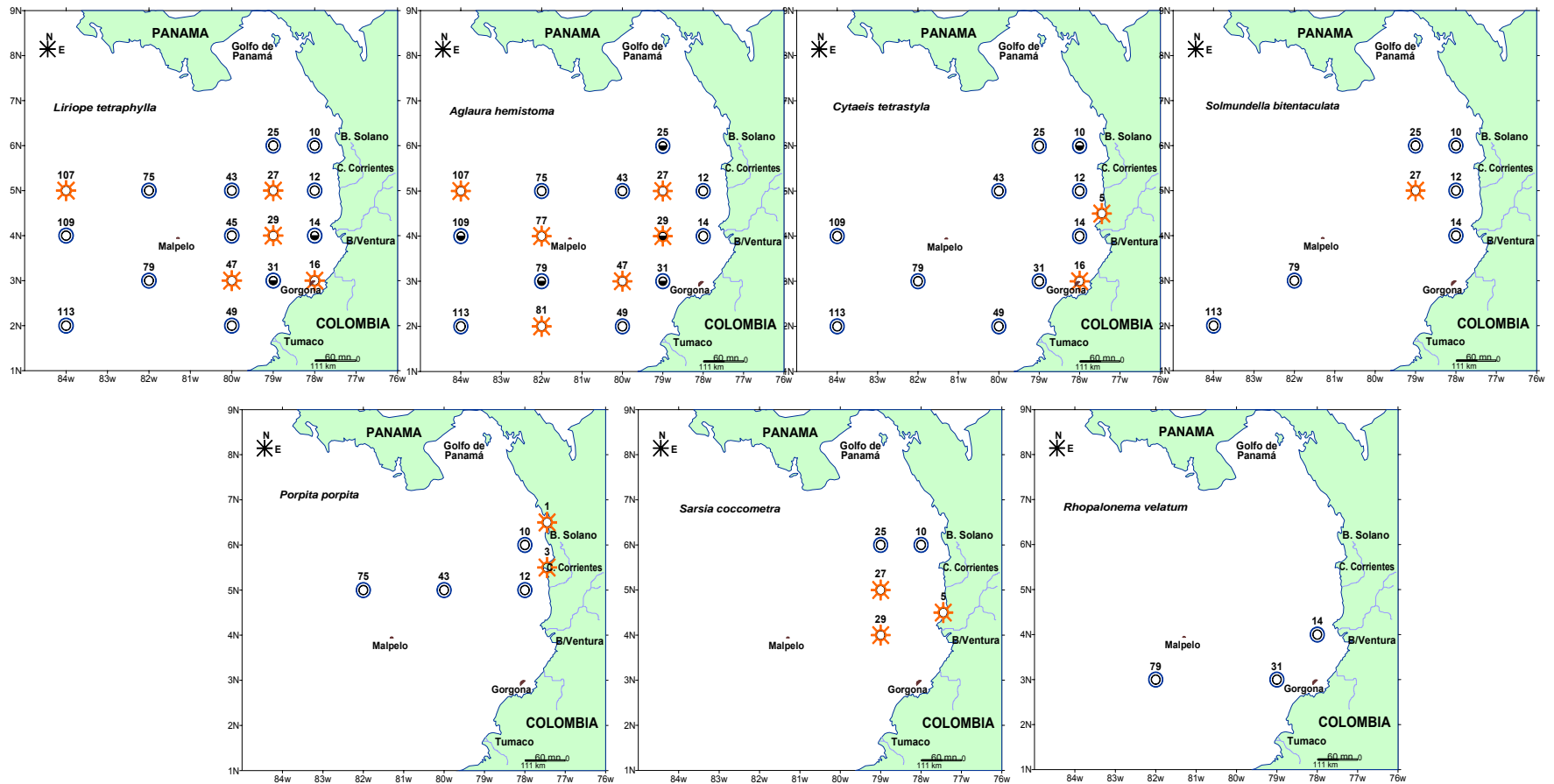


Figura 40. Distribución superficial de los principales taxa de hidromedusas (ind/100m³) encontrados en el OPC durante el periodo 01 a 21 de septiembre de 2003. Densidad baja ○ (<16), media ◐ (16-205), alta ● (>205). Estaciones diurnas ☀; Estaciones nocturnas ○.



18 de septiembre a 08 de octubre de 2004.

En este periodo se encontró un total de 2143 ind/100 m³, distribuidos en nueve especies, nueve géneros y cinco morfotipos (5, 6, 8, 9 y 10). La especie más importante fue *A. hemistoma* (1263 ind/100 m³), seguida de *L. tetraphylla* (550 ind/100 m³), *C. tetrastyla* (157 ind/100 m³), *S. coccometra* (79 ind/100 m³), *S. bitentaculata* (49 ind/100 m³) y los morfotipos 9 y 10 (13 y 9 ind/100 m³, respectivamente) (Figura 41).

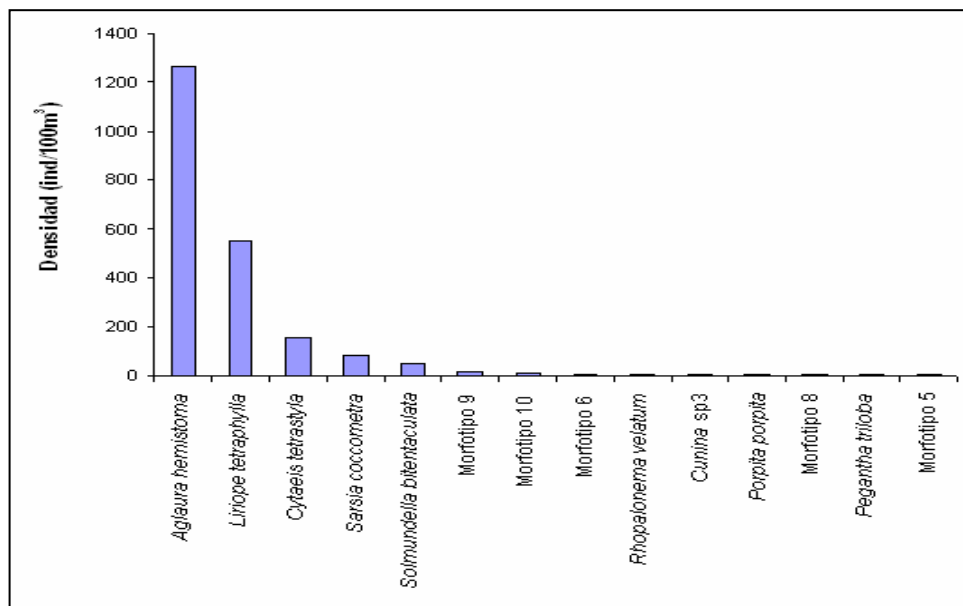


Figura 41. Densidad de hidromedusas (ind/100m³) encontradas en el OPC durante el periodo 18 de septiembre a 08 de octubre de 2004.

En orden de mayor a menor distribución por taxón se encontró lo siguiente (Figura 42):

A. hemistoma se registró en estaciones distribuidas en las tres sub áreas determinadas encontrándose en 17 estaciones nocturnas y siete diurnas con densidad media, estando ausente sólo en la estación costera 7. La mayor densidad resultó en las estaciones 49, 33 y 25 (188, 178 y 148 ind/100 m³, respectivamente).

C. tetrastyla también presentó una distribución bastante amplia (estaciones costeras, intermedias y oceánicas), fue hallada en 16 estaciones nocturnas y seis diurnas, pero sólo en la estación costera y diurna 12 alcanzó 43 ind/100 m³, seguida de las



estaciones 29 y 81 con 20 ind/100 m³. En las demás, la densidad varió entre 1-12 ind/100 m³.

L. tetraphylla apareció también en estaciones ubicada en las tres sub áreas siendo 17 nocturnas y tres diurnas. Las densidades más importantes se obtuvieron en estaciones tanto costeras como intermedias y oceánicas todas ellas muestreadas durante la noche, así: 202 (estación 33), 80 y 59 (estaciones 3 y 43), 28 (estaciones 45 y 81) y 22 ind/100 m³ (estación 107).

S. bitentaculata se encontró en estaciones ubicadas principalmente hacia la parte costera e intermedia y en una oceánica, siendo nueve estaciones nocturnas y una diurna. Las mayores densidades se dieron en las estaciones nocturnas 49 (10 ind/100 m³), 16 (9 ind/100 m³), 7 y 14 (cada una con 8 ind/100 m³).

S. cocometra se capturó en seis estaciones costeras e intermedias y todas nocturnas, siendo más representativa en la 3 y 49, con 31 y 27 ind/100 m³, respectivamente.

R. velatum se encontró en tres estaciones ubicadas en la parte oceánica; la diurna 75 (1 ind/100 m³) y las nocturnas 79 (2 ind/100 m³) y 81 (1 ind/100 m³).

P. porpita estuvo representada por sólo 1 ind/100 en las estaciones nocturnas 1 (costera) y 27 (intermedia), y 2 ind/100 m³ en la diurna 113 (oceánica).

Cunina sp. 3 apareció en las estaciones nocturnas 14 (costera) y 27 (intermedia), con 3 y 1 ind/100 m³, respectivamente.

P. triloba sólo estuvo representada por 3 ind/100 m³ en la estación intermedia y nocturna 25.

Además se encontraron individuos designados como morfotipos 5, 6, 8, 9 y 10, de los cuales el más importante fue el 9, con 3 ind/100 m³, en la estación costera 16.

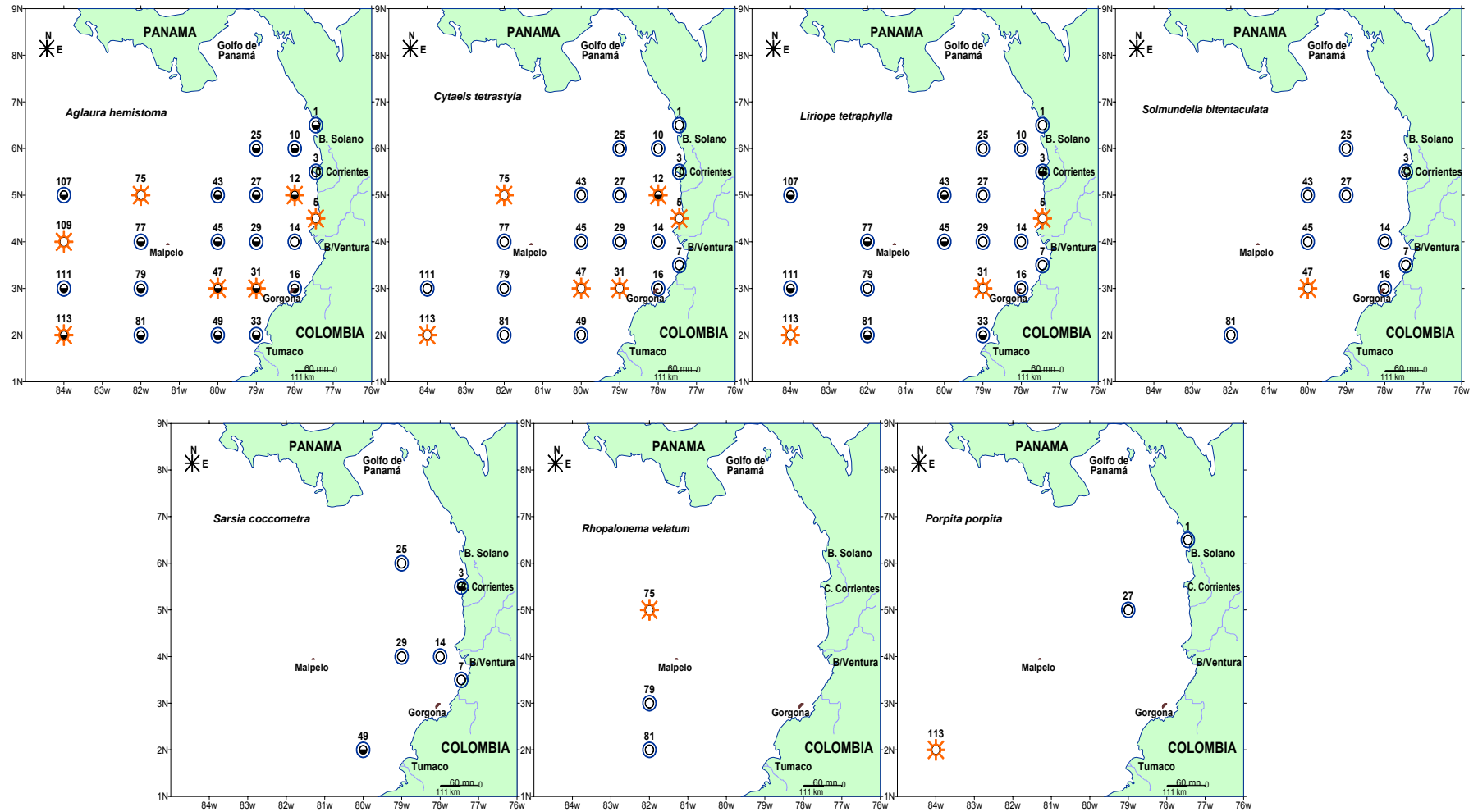


Figura 42. Distribución superficial de los principales taxa de hidromedusas (ind/100m³) encontrados en el OPC durante el periodo 18 de septiembre a 08 de octubre de 2004. Densidad baja ○ (<16), media ◐ (16-205), alta ● (>205). Estaciones diurnas ☆; Estaciones nocturnas ○.



Se pudo observar que, a lo largo de los cinco periodos de estudio, las hidromedusas, en general, no presentaron un patrón definido de distribución ya que se registraron en estaciones costeras, intermedias y oceánicas, tendiendo a ser más abundantes en la noche. Sin embargo, Cely & Chiquillo (1993) reportaron una menor abundancia de individuos para aguas costeras. Especies como *A. hemistoma*, *L. tetraphylla* y *C. tetrastyla*, aparecieron en alto número a lo largo de todo el estudio, con amplia distribución horizontal, aspecto posiblemente relacionado con la característica cosmopolita de estas especies (Segura, 1984).

La distribución espacio-temporal de las hidromedusas depende de diversos factores, entre los que se cuentan la salinidad, temperatura, nutrientes y corrientes. Debido a sus características meroplanctónicas, las especies de los órdenes Anthomedusae, Leptomedusae y Limnomedusae pueden tener ciertas limitantes para colonizar un área, aun en condiciones favorables (Ramírez & Zamponi, 1981 En: Boltovskoy, 1981). Lo anterior contrasta con lo expuesto por Alvaríño (1999), quien plantea que la presencia continua y distribución heterogénea de algunas especies se debe a su naturaleza meroplanctónica u holoplanctónica (carentes de fase bentónica hidroide), la cual se presenta en las especies de los órdenes Narcomedusae y Trachymedusae, y que aparecen con abundancias mayores, de forma permanente en áreas extensas, especialmente en zonas alejadas de la costa.

A continuación se describe y analiza la distribución de las especies encontradas en este estudio, de la más a la menos relevante desde el punto de vista de su densidad, teniendo en cuenta los cinco periodos de estudio (Tabla 4).



Tabla 4. Densidad total (ind/100 m³) y abundancia relativa (%) de los taxa encontrados durante todo el estudio en el OPC (sin tener en cuenta los morfotipos y organismos no identificables).

Taxa	Periodos de muestreo					Total	A. relativa (%)
	23.Jun.-12.Jul.01	27.Ago.-15.Sep.01	03-22.Sep.02	01-21.Sep.03	18.Sep.-08.Oct.04		
	Abundancia (ind/100m ³)						
<i>A. hemistoma</i>	92	312	318	149	1263	2134	58,24
<i>L. tetraphylla</i>	101	23	65	86	550	825	22,52
<i>C. tetrastyla</i>	54	43	34	54	157	342	9,33
<i>S. bitentaculata</i>	5	8	25	18	49	105	2,87
<i>S. cocometra</i>	9	2	8	3	79	101	2,76
<i>P. triloba</i>	8	6	26	0	3	43	1,17
<i>R. velatum</i>	15	1	5	5	3	29	0,79
<i>Cunina</i> sp 3	0	0	3	11	5	19	0,52
<i>P. porpita</i>	0	1	2	10	4	17	0,46
<i>Cunina</i> sp 2	3	0	2	9	0	14	0,38
<i>Clytia</i> sp	0	4	2	0	0	6	0,16
<i>E. bigelowi</i>	3	0	0	0	0	3	0,08
<i>Pegantha</i> sp	0	2	0	1	0	3	0,08
<i>Eirene</i> sp	2	0	0	0	0	2	0,05
<i>E. Lactea</i>	0	0	0	1	0	1	0,03
<i>Aequorea</i> sp1	1	0	0	0	0	1	0,03
<i>Aequorea</i> sp2	1	0	0	0	0	1	0,03
<i>Cunina</i> sp 1	1	0	0	0	0	1	0,03

A. hemistoma se distribuye ampliamente en las aguas cálidas y templadas de todos los océanos; en el Pacífico, desde los 20°N hasta los 20°S y desde las costas hasta los 126°O (Segura, 1984), lo cual concuerda con el patrón establecido por Alvaríño (1999) para especies del orden Trachymedusae. En el presente estudio *A. hemistoma* se capturó en todos los periodos con alta densidad. Este patrón también fue observado por Segura (1984) a lo largo de todo el Pacífico Oriental Tropical; sin embargo, aunque Cely & Chiquillo (1993) también la reportaron para aguas costeras del OPC, no fue relevante. En contraste, Palma & Apablaza (2004) y Apablaza & Palma (2006), señalan a esta especie como una de las de mayor densidad en aguas de Chile. Por otra parte, Domínguez (2002) encontró que es representativa para la bahía de Gaira, Caribe de Colombia, y menciona varios estudios realizados en otras zonas del Caribe, en los que es registrada como una de las más importantes por su número.

L. tetraphylla se encuentra en regiones templadas y tropicales de todos los océanos y en el Pacífico se extiende desde los 40°N hasta los 40°S (Segura, 1984) en aguas principalmente oceánicas, con presencia continua a partir de los 80°O (Alvaríño, 1978). Segura (1984) reportó esta especie en Galápagos, Perú, Ecuador y Colombia, con densidades que fueron aumentando desde las aguas costeras hacia las zonas



oceánicas. Por el contrario, en el presente estudio su distribución fue amplia en todo el OPC, en cuyas aguas costeras Cely & Chiquillo (1993) la hallaron en gran densidad, señalando su amplio rango de tolerancia a salinidad y temperatura, catalogándola como una especie eurítica. Palma & Apablaza (2004) y Apablaza & Palma (2006), también la reportaron dentro de las más representativas para las áreas de Boca del Guafo, canal Pulluche y bahía Mejillones (Chile).

C. tetrastyla -según Ramírez & Zamponi (1981 En: Boltovskoy, 1981) y Alvaríño (1999)- es una especie meroplánctónica, parcialmente oceánica, de amplia distribución en aguas tropicales y subtropicales. Segura (1984) se refiere a su amplia distribución a lo largo del Pacífico Tropical Oriental, desde los 19°N hasta los 17.5°S, y desde la zona costera hasta los 126°O, con densidades no muy altas en núcleos esparcidos en islas Galápagos, Costa Rica, Ecuador, Chile y Perú y Colombia. En la presente investigación apareció en estaciones costeras y oceánicas, sin mostrar ningún patrón de distribución. Cely & Chiquillo (1993) sólo registraron dos núcleos de baja densidad en aguas costeras al norte y sur de Buenaventura.

S. bitentaculata tiene un hábitat muy amplio, es común en todos los océanos (Segura, 1984) y es considerada típica del Pacífico Tropical Oriental (Alvaríño, 1978; Segura, 1984; Palma & Apablaza, 2004 y Apablaza & Palma, 2006). El hecho de que se haya capturado en todo el OPC en el presente estudio, aunque el total no fue muy alto, puede deberse a su naturaleza holoplánctónica y señalaría su tendencia eurítica (Alvaríño, 1978), pero su densidad no fue muy alta.

S. cocometra es considerada endémica del Pacífico Tropical Oriental, escasa y que aparece esporádicamente, de acuerdo con Segura (1984), quien la reportó únicamente en los periodos de febrero-marzo y agosto-septiembre, con dos pequeños núcleos de baja densidad lejos de las costas de Colombia y Ecuador. Su distribución se restringió a unas pocas estaciones, más bien alejadas de la costa, en cada uno de los cinco periodos en consideración y su densidad total (101 ind/100 m³) fue más alta que la establecida por Cely & Chiquillo (1993) para aguas costeras del OPC (10 ind/100 m³), lo que señalaría mayor afinidad por aguas oceánicas.



P. triloba es una especie de amplia distribución en las regiones cálidas y templadas de los océanos Atlántico y Pacífico, y en el mar Caribe (Segura, 1984). No fue registrada para Colombia, pero sí para Galápagos, Perú, Panamá y Costa Rica por Segura, (1984); tampoco fue reportada por Cely & Chiquillo (1993) para aguas neríticas del OPC, por lo que se considera el primer reporte para el área de estudio, pues se halló en cuatro de los cinco periodos muestreados, siendo más representativa del 03 al 22 de septiembre de 2002, en estaciones tanto costeras como oceánicas, debido posiblemente a condiciones favorables ocasionadas por el evento El Niño moderado-débil registrado para esa época (Devis, 2003).

R. velatum es oceánica, epipelágica, de amplias regiones cálidas y templadas (Segura, 1984). Aunque Alvaríño (1978), Segura (1984) y Cely & Chiquillo (1993), reportan una alta densidad de esta especie en el OPC, Galápagos, Perú, Ecuador, al igual que Apablaza & Palma (2006) en bahía Mejillones (Chile). En el presente estudio, aunque fue registrada en los cinco periodos de muestreo, presentó baja densidad (máximo 15 ind/100m³), comparada con las obtenidas por Cely & Chiquillo (máximo 44 ind/100m³). Por otra parte, si bien se presentó en algunas estaciones costeras, la mayoría apareció en la zona oceánica, corroborando este tipo de distribución señalada por Segura (1984) y su característica holoplanctónica mencionada por Alvaríño (1999).

P. porpita se distribuye comúnmente en las regiones tropicales y subtropicales de todos los océanos (Pagès *et al.*, 1992). Esta especie no fue reportada por Segura (1984) para el Pacífico Oriental Tropical, ni por Cely & Chiquillo (1993) para aguas costeras del OPC, por lo que este es el primer registro para el área de estudio, donde se encontró en cuatro de los cinco periodos de muestreo, siendo más abundante del 01 al 21 de septiembre de 2003 (10 ind/100 m³). Su distribución fue oceánica y costera, con los valores máximos en estaciones costeras, pero su presencia en el OPC se considera esporádica, debido a lo expuesto anteriormente.

Euphysora bigelowi de acuerdo con Segura (1984), quien la reportó sólo para la zona costera del OPC como un núcleo pequeño únicamente en la época febrero-marzo, es una especie poco común. En el presente estudio se registró de manera exclusiva en el



periodo 23 de junio a 12 de julio de 2001 en la estación costera 6, con una densidad total de apenas 3 ind/100 m³; lo cual confirma lo señalado al inicio, que quizás se relacione con su característica meroplanctónica (Ramírez & Zamponi, 1981 En: Boltovskoy, 1981).

Eirene lactea no fue reportada para el Pacífico Tropical Oriental por Segura (1984) ni por Cely & Chiquillo (1993) en el OPC, en particular, por lo que es el primer registro para el área de estudio, donde apareció sólo en el periodo 01-21.Sep.2003, quizá arrastrada por corrientes. En contraposición, ha sido reportada en el Caribe mejicano como una especie nativa y en ocasiones en baja densidad (Ramos-Viera, 2001; Segura *et al.*, 1997 y Suárez- Morales *et al.*, 1997 En: Segura *et al.*, 2003).

Cunina spp., representaron también un aporte importante en las abundancias de hidromedusas a lo largo de este estudio; no obstante, debido a su estado deteriorado y a su compleja taxonomía, no pudieron ser identificadas hasta especie, para así comparar los resultados con otros trabajos, condición que también aplicó para individuos pertenecientes a los géneros *Aequorea*, *Clytia*, *Eirene* y *Pegantha*.

Cely & Chiquillo (1993), hallaron 22 especies de hidromedusas en aguas costeras del OPC, mientras que en el presente estudio sólo se reportan 18. Las no comunes entre los dos trabajos fueron: *Eucheliota comata*, *Geryonia proboscidalis*, *Halitholus intermedius*, *Halopsis ocellata*, *Heterotiara anonyma*, *Leuckartiara octona*, *Pandea* sp., *Pegantha martagon*, *Phialidium uchidai*, *Proboscidactyla flavicirrata*, *Rhopalonema funerarium* y *Stomotoca pterophylla*. Cely & Chiquillo (1993) aclaran que, en su mayoría, éstas especies tienen distribución errátil y la presencia de algunas pudo ser incidental, al ser llevadas al OPC mediante corrientes.

Para el OPC, en densidades muy bajas, Alvarino (1978) reportó a *H. anónima*, *L. octona*, *R. funerarium* y *S. pterophylla*, y para el Pacífico Oriental Tropical incluyendo el OPC, Segura (1984), reportó a *E. comata*, *H. intermedius* y *L. octona*. Con base en Alvarino (1978), Segura (1984), Cely & Chiquillo (1993) y el presente estudio, el



número de de especies de hidromedusas registradas hasta el presente para el OPC aproximadamente se eleva a 25 (Tabla 5).

Tabla 5. Tabla bibliográfica comparativa de las especies registradas en el OPC por Alvariño (1978), Segura (1984), Cely & Chiquillo (1993) y el presente estudio.

Especies	Autor			
	Alvariño (1978)	Segura (1984)	Cely & Chiquillo (1993)	Presente estudio (2007)
<i>Aglaura hemistoma</i>		x	x	x
<i>Cytaeis tetrastyla</i>	x	x	x	x
<i>Cunina globosa</i>	x	x	x	
<i>Cunina frugifera</i>	x	x	x	
<i>Cunina peregrina</i>		x	x	
<i>Cunina duplicata</i>			x	
<i>Eirene lactea</i>				x
<i>Eucheliota comata</i>		x	x	
<i>Euphisora bigelowi</i>		x		x
<i>Geryonia proboscidalis</i>			x	
<i>Halitholus intermedius</i>		x	x	
<i>Halopsis ocellata</i>			x	
<i>Heterotiara anonyma</i>	x		x	
<i>Leuckartiara octona</i>	x	x	x	
<i>Liriope tetraphylla</i>	x	x	x	x
<i>Pegantha martagon</i>			x	
<i>Pegantha triloba</i>				x
<i>Phialidium uchidai</i>			x	
<i>Porpita porpita</i>				x
<i>Proboscidactyla flavicirrata</i>			x	
<i>Rophalonema funerarium</i>	x		x	
<i>Rophalonema velatum</i>	x	x	x	x
<i>Sarsia cocometra</i>	x	x	x	x
<i>Solmundella bitentaculata</i>	x	x	x	x
<i>Stomotoca pterophylla</i>	x		x	

3.2.2.2 Abundancia relativa y frecuencia de aparición.

En términos de abundancia relativa (%) las especies más representativas en todo el estudio fueron: *A. hemistoma*, *L. tetraphylla*, *C. tetrastyla* y *S. bitentaculata* (Anexo F).



23 de junio a 12 de julio de 2001.

Los porcentajes más altos fueron 35, 31 y 18 %, para *A. hemistoma*, *L. tetraphylla*, *C. tetrastyla*, en su orden, y los más bajos (>1%), para *Eirene* sp, *Aequorea* sp.1 y sp.2, y *Cunina* sp.1, registradas únicamente en este periodo. *A. hemistoma* fue la más frecuente, ya que se encontró en el 92% de la estaciones muestreadas, seguida de *L. tetraphylla* (72%), *C. tetrastyla* (44%), *R. velatum* (24%), *Solmundella bitentaculata* (16%) y *S. cocometra* (12%). Los individuos restantes únicamente aparecieron, en cada caso, en una de las 25 estaciones muestreadas (Figura 43).

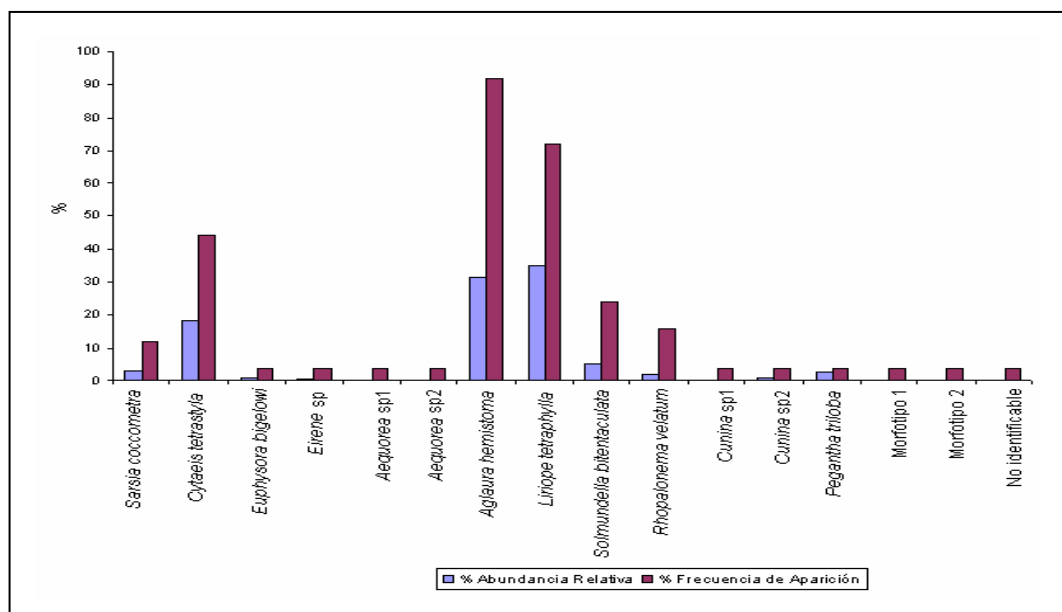


Figura 43. Frecuencia de aparición y abundancia relativa de hidromedusas (%) encontradas en el OPC durante el periodo 23 de junio a 12 de julio de 2001.

27 de agosto a 15 de septiembre de 2001.

El mayor porcentaje fue para *A. hemistoma* (78%), seguido de *C. tetrastyla* (11%) y *L. tetraphylla* (6%); los valores más bajos para *S. cocometra* y *Pegantia* sp., cada una con 0,50%, y *P. porpita* y *R. velatum*, las dos con 0,25%. La especie más frecuente fue *A. hemistoma*, encontrándose en el 75% de las estaciones, seguida de *C. tetrastyla*, *L. tetraphylla*, *S. bitentaculata* y *S. cocometra*, con 50, 40, 25 y 15%, respectivamente (Figura 44).

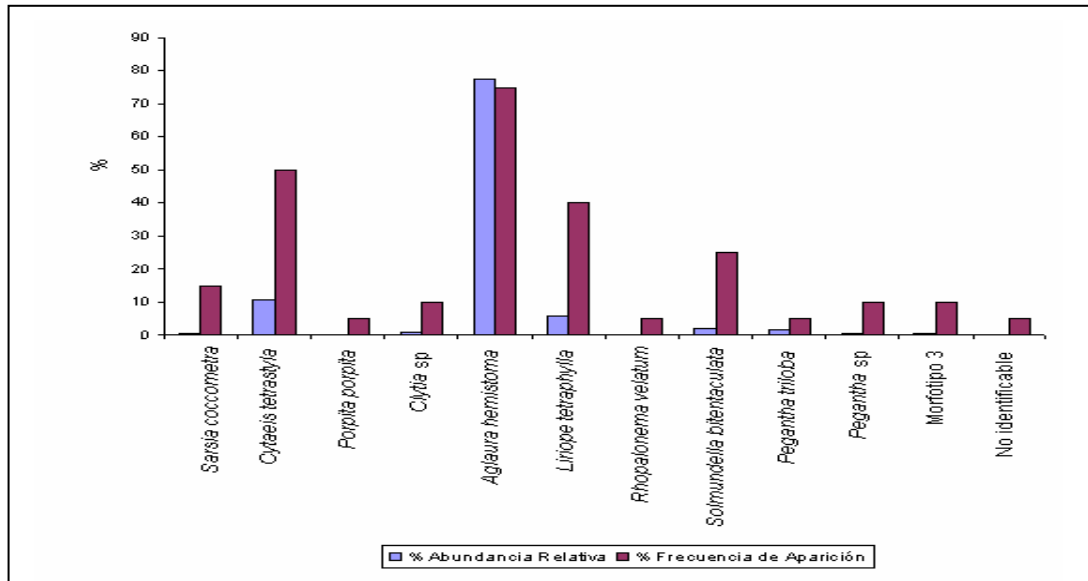


Figura 44. Frecuencia de aparición y abundancia relativa de hidromedusas (%) encontradas en el OPC durante el periodo 27 de agosto a 15 de septiembre de 2001.

03 a 22 de septiembre de 2002.

La mayor abundancia relativa correspondió a *A. hemistoma* (66%), seguida de *L. tetraphylla* (13%), *C. tetrastyla* (7%), *P. triloba* (5%), *Solmundella bitentaculata* (5%) y *S. cocometra* (2%). Los valores más bajos fueron para *Rhopalonema velatum*, *Cunina sp. 3* y morfotipo 4 (1% en cada caso). Los demás taxones tuvieron valores >1%. La más frecuente fue *A. hemistoma* (91% de las estaciones), seguida de *L. tetraphylla*, *C. tetrastyla*, *S. bitentaculata*, *R. velatum*, *S. cocometra*, *P. triloba*, morfotipo 4, *P. porpita* y *Cunina sp. 3*, con 65, 52, 39, 22, 22, 22, 17, 13 y 9%, respectivamente (Figura 45).

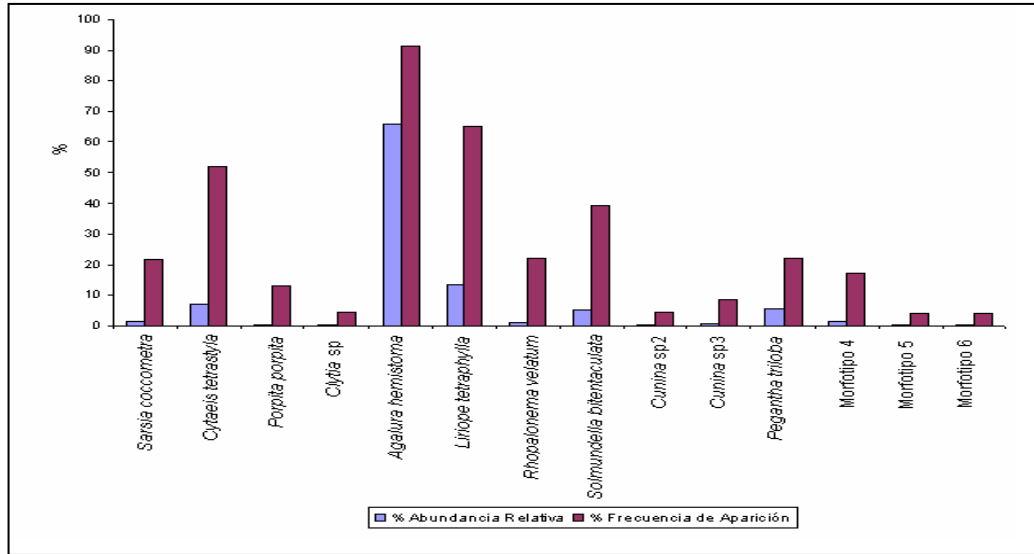


Figura 45. Frecuencia de aparición y abundancia relativa de hidromedusas (%) encontradas en el OPC durante el periodo 03 a 22 de septiembre de 2002.

01 a 21 de septiembre de 2003.

A. hemistoma y *L. tetraphylla* exhibieron los porcentajes de abundancia más altos (44 y 25%, respectivamente), seguidos de *C. tetrastyla* (16%) y *S. bitentaculata* (5%). *L. tetraphylla* se encontró en el 77% de las estaciones, seguida de *A. hemistoma*, *C. tetrastyla*, *S. bitentaculata* y *P. porpita*, con 64, 55, 32 y 27%, respectivamente. (Figura 46).

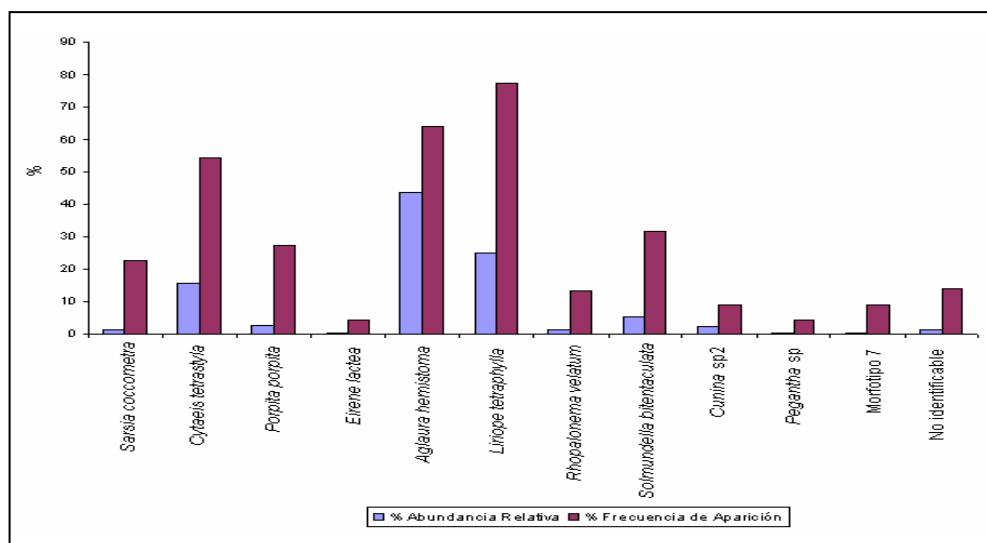


Figura 46. Frecuencia de aparición y abundancia relativa de hidromedusas (%) encontradas en el OPC durante el periodo 01 a 21 de septiembre de 2003.



18 de septiembre a 08 de octubre de 2004.

En este periodo el orden de abundancia fue: *A. hemistoma* (53%), *L. tetraphylla* (26%), *C. tetrastyla* (7%) y *S. cocometra* (4%), siendo la primera la más frecuente (96% de las estaciones). Luego aparecieron *C. tetrastyla*, *L. tetraphylla*, *S. bitentaculata*, *S. cocometra*, con 88, 80, 40, 24%, respectivamente, *P. porpita* y *R. velatum* con 12 % cada una, y *Cunina* sp. 3 y el morfotipo 8 con 8% cada una. Los casos restantes tuvieron una frecuencia de aparición de 4% (Figura 47).

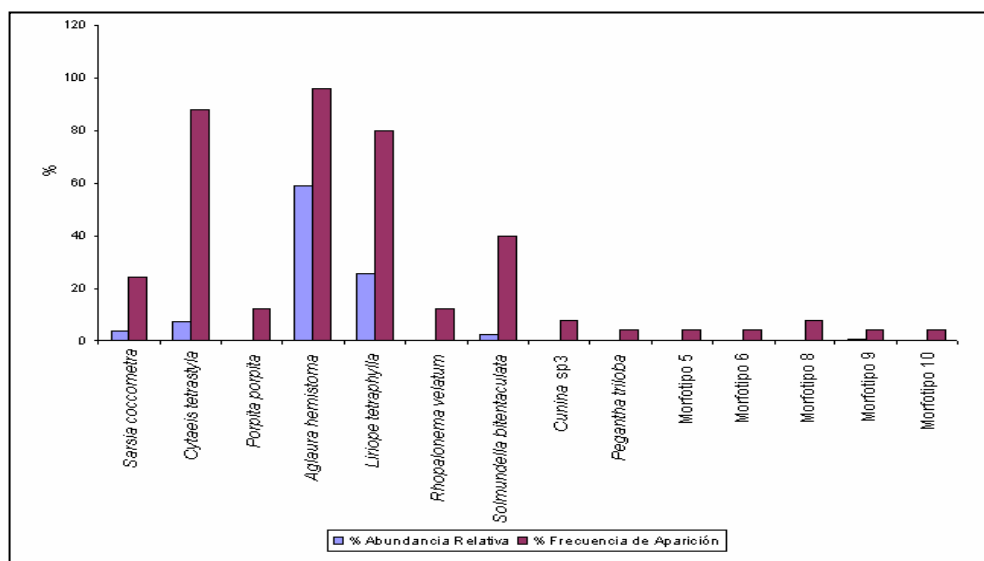


Figura 47. Frecuencia de aparición y abundancia relativa de hidromedusas (%) encontradas en el OPC durante el periodo 18 de septiembre a 08 de octubre de 2004.

A lo largo de los cinco periodos de estudio, las especies más frecuentes tuvieron las mayores densidades, lo cual se explica en el hecho de que, como se mencionó anteriormente, son cosmopolitas y, en general, tienen rangos de distribución muy amplios.

A. hemistoma fue la especie más frecuente y de mayor densidad, excepto en el periodo 23 de junio a 12 de julio de 2001, cuando fue la segunda más frecuente. En el trabajo de Cely & Chiquillo (1993) no representó mayor importancia.



Por último, se considera relevante resaltar las abundancias relativas totales de *C. tetrastyla* y *S. bitentaculata* (9,33 y 2,87%, respectivamente), ya que, aunque no fueron muy altas, se presentaron con frecuencia a lo largo de este estudio.

3.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

3.3.1 Análisis de las variables abióticas en el OPC por periodo de investigación mediante análisis de clasificación por distancia euclidiana y NMDS.

Como se anotó en la metodología, para el análisis de la temperatura, salinidad y oxígeno disuelto se tuvieron en cuenta todas las estaciones de muestreo por periodo de investigación, *i. e.* 30: 23 de junio-12 de julio de 2001, 23: 27 de agosto-15 de septiembre de 2001, 25: 03-22 de septiembre de 2002, 01-21 de septiembre de 2003 y 18 de septiembre-08 de octubre de 2004. Como también se mencionó en la metodología, para los periodos correspondientes a 2001, sólo se consideraron las variables de temperatura y salinidad superficial, por carecer de datos de oxígeno; además, para los análisis de clasificación por distancia euclidiana se definió el valor de 1 como la distancia límite de ligamiento o mayor similitud entre las estaciones de cada uno de los periodos de estudio, así como entre ellos.

23 de junio a 12 de julio de 2001.

Para este periodo, la estación 2 apareció aislada, definiéndose seis grupos: El A se conformó con las estaciones costera 3 e intermedia 27; el B por las oceánicas 81 y 97; el C por las intermedias 48 y 49, y las oceánicas 63, 65, 79 y 111; el D por las costeras 6, 12 y 14, y la intermedia 25; el E por la costera 16 y las oceánicas 75, 91 y 107; el F por las costeras 24 y 33, y la intermedia 43; y el G por cuatro intermedias (29, 31, 45 y 47) y cuatro oceánicas (61, 77, 93 y 109). Lo mismo se mantuvo en la ordenación NMDS correspondiente (Figuras 48 a y b).

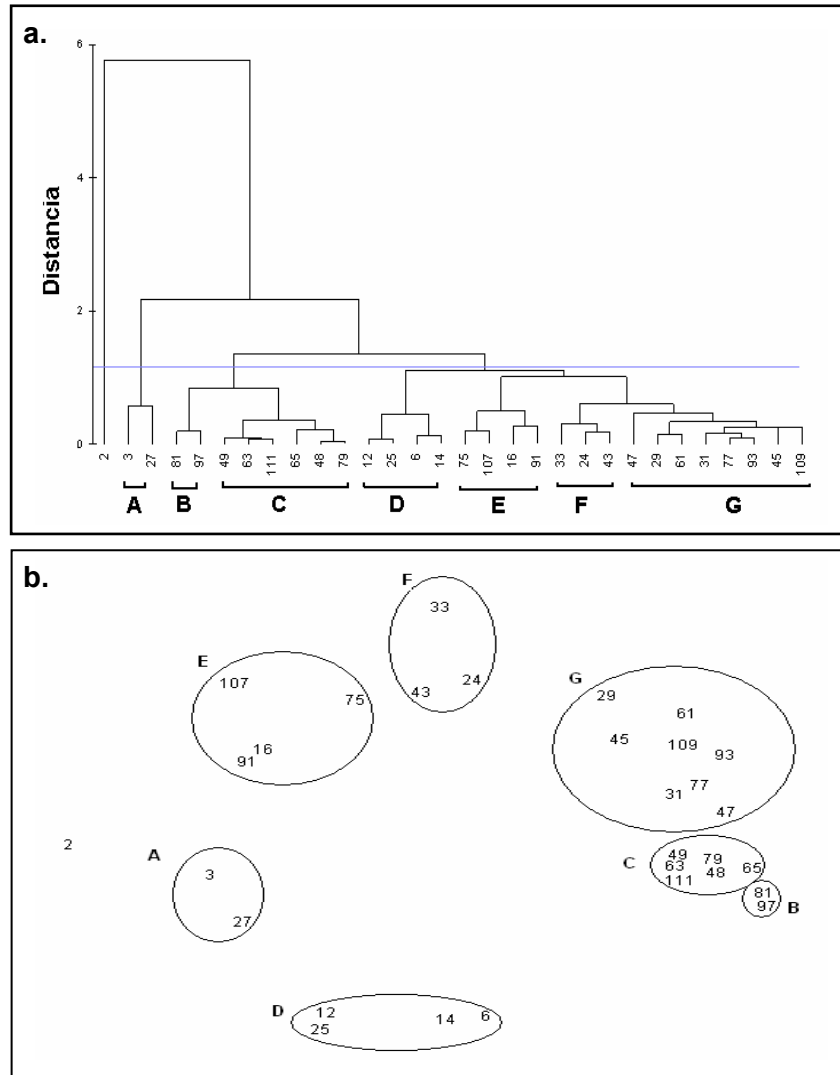


Figura 48. a. Dendrograma de distancia euclidiana (índice cofenético = 0,94) y b. NMDS (estrés = 0,09) entre las estaciones de estudio en el OPC, elaborados con las variables abióticas. Periodo 23 de junio a 12 de julio de 2001.

La estación 2 tuvo la menor similaridad con las demás, debido a su máxima temperatura (29,69°C) y mínima salinidad (27,64). Aunque en las estaciones del grupo A (3 y 27) se registraron temperaturas similares a las de las demás estaciones, las salinidades (30,16 y 30,63) fueron de las más bajas. Las estaciones de B (81 y 97), tuvieron las temperaturas más bajas para este periodo (26,07 y 25,98°C), debido a su ubicación oceánica, donde -a lo largo del estudio, en general- se registraron las menores temperaturas.



En C se registraron valores muy similares de temperatura (26,41-26,68°C) y salinidad (32,97-33,44); las estaciones 49, 63 y 111 presentaron temperaturas más similares entre sí, lo que también se observó en las estaciones 65, 48 y 79. En D se registraron temperaturas entre 26,87 y 27,06°C, y salinidades entre 31,55 y 32,14, destacándose las estaciones 12 y 25 por su alta similitud entre los registros de ambos factores; lo mismo se observó en las estaciones 6 y 14, ubicadas paralelamente a la altura de Buenaventura. En E la temperatura varió entre 27,44 y 27,79°C, y la salinidad entre 32,24 y 32,75; siendo las estaciones 75 y 107 muy similares por sus temperaturas (27,79 y 27,78 °C), y la 16 y 91 muy similares por su salinidad (32,28 y 32,24).

En F el rango de temperatura fue 27,17-27,39°C y el de salinidad 32,52-32,75; es de notarse que las estaciones 24 y 43 presentaron una diferencia mínima en la salinidad (32,75 y 32,74). En G se registraron entre 26,90 y 27,15°C, y salinidades entre 32,92 y 33,63; en la estación 47 se registró la temperatura mínima (26,90°C) y la salinidad máxima (33,63); entre las demás estaciones los valores de los dos factores fueron similares.

Como era de esperarse, en este periodo la similaridad entre las estaciones se debió a los valores de temperatura y salinidad, más que a la ubicación de aquellas (costeras, intermedias u oceánicas) o por la hora de los registros. En el caso de la temperatura es posible explicar esto por la influencia de factores tales como corrientes marinas y circulación atmosférica; en cuanto a la salinidad, es posible que la evaporación, precipitación y aportes fluviales hayan incidido directa o indirectamente en los resultados obtenidos.

En este periodo los registros de temperatura y salinidad correspondieron a condiciones normales en el OPC (CCCP, 2002), aspecto ya señalado por López *et al.* (2005).



27 de agosto a 15 de septiembre de 2001.

Las estaciones se reunieron en seis grupos. A: dos estaciones intermedias (31 y 47) y tres oceánicas (93, 97 y 111); B: dos intermedias (29 y 49) y tres oceánicas (61, 77 y 107); C: una costera (7) y una intermedia (27); D: cuatro costeras (5, 10, 12 y 16); E: una costera y una intermedia (14 y 25); F: una costera (33) y una oceánica (75). La agrupación en el NMDS dio un resultado análogo (Figuras 49 a y b).

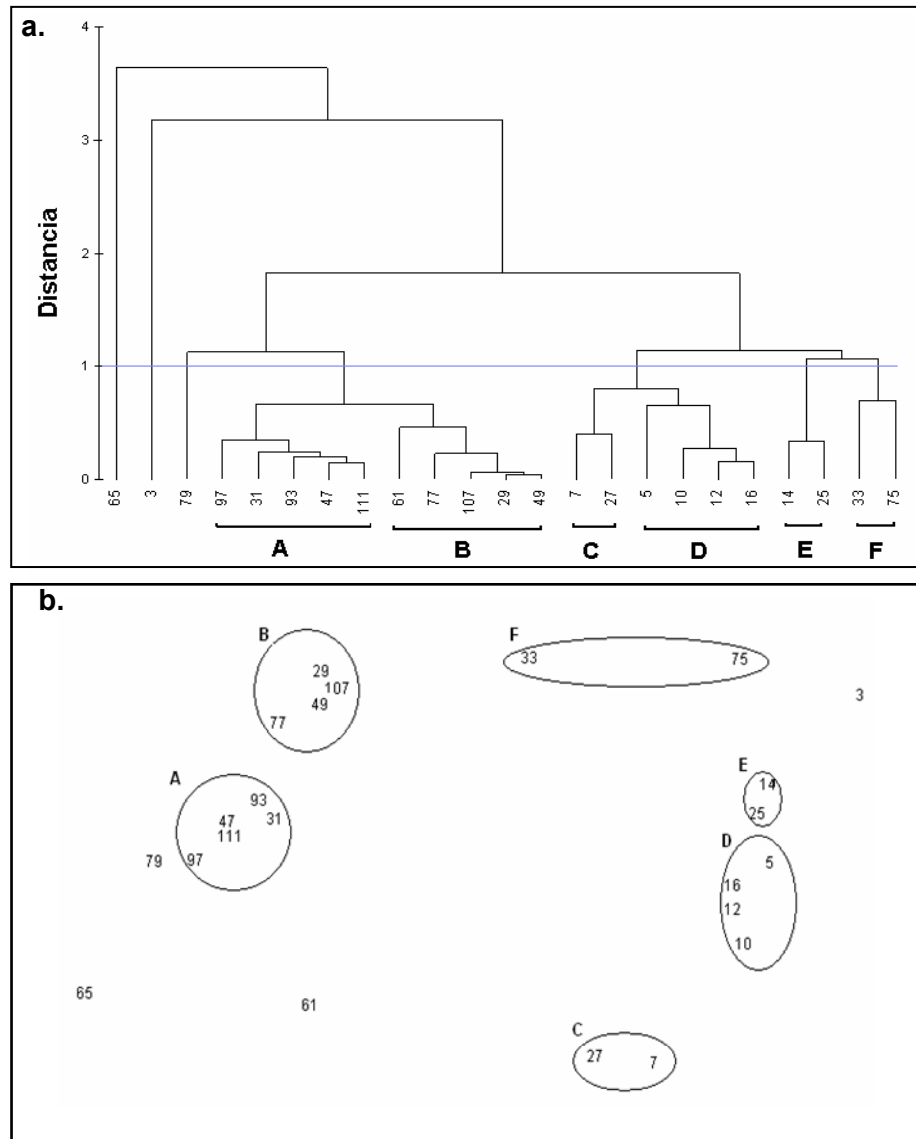


Figura 49. a. Dendrograma de distancia euclidiana (índice cofenético = 0,87) y b. NMDS (estrés = 0,07) entre las estaciones de estudio en el OPC, elaborados con las variables abióticas. Periodo 27 de agosto a 15 de septiembre de 2001.



Las estaciones 65, 3 y 79 tuvieron la menor similaridad con las demás; esto debido a que la 65 presentó la temperatura mínima (26,32°C) y de la salinidad máxima (33,49) en este periodo. La estación 3 tuvo la salinidad más baja (27,14) y la estación 79 la segunda menor temperatura. Las estaciones del grupo A exhibieron temperaturas (27,01-27,13°C) y salinidades (32,87-33,36) semejantes entre sí; no obstante, las estaciones 97, 31 y 93 se mostraron más separadas, por la menor temperatura, menor salinidad y mayor temperatura del grupo, respectivamente. En B, aunque las temperaturas y salinidades fueron muy similares, las estaciones 61 y 77 se mostraron más separadas, debido a que la 61 presentó la menor temperatura y salinidad del (27,17°C y 32,21) y la 77 el valor de salinidad más alto (32,99). Las tres estaciones restantes mostraron, entre sí, valores muy similares de las dos variables.

Las dos estaciones de C (7 y 27) se asociaron por sus temperaturas intermedias entre los grupos B y D. En el último grupo se asociaron estaciones costeras; la más separada fue la 5, por su temperatura más alta (27,45°C) y salinidad más baja (29,60), posiblemente por estar más influenciada por aportes fluviales. En E se asociaron las estaciones 14 y 25 por sus temperaturas (27,65 y 27,57°C), al igual que en F la 33 y 75 (27,49 y 27,48°C). En el análisis NMDS todas las estaciones se agruparon de la misma manera que en el dendrograma, exceptuando la 61, que no se incluyó en el grupo B debido a los valores más bajos de temperatura y salinidad, con respecto a las demás estaciones del grupo, como ya se mencionó.

Como en el periodo anterior, se tuvieron condiciones normales en el OPC (CCCP, 2002) -a lo cual también se refirieron López *et al.* (2005)- y las asociaciones entre estaciones se definieron por la similaridad entre los valores de temperatura y salinidad. Cabe resaltar que para el grupo D, aparte de la asociación por estas variables, se presentó otra por ubicación de las estaciones, puesto que todas se ubican hacia la costa, como se señaló, quizás por la mayor influencia de aguas de origen continental.

03 a 22 de septiembre de 2002.

Se integraron seis grupos de estaciones. A: dos oceánicas (81 y 111), B: una costera y una intermedia (10 y 25); C: tres costeras y una intermedia (3, 12, 14 y 25), D: dos costeras (1 y 7), E: una costera (16), cuatro intermedias (27, 29, 43 y 45) y una



oceánica (75), F: una costera (33), dos intermedias (47 y 49) y cuatro oceánicas (77, 79, 107 y 109). Resultados parecidos se evidenciaron en la ordenación correspondiente; sin embargo, las estaciones 16 y 43 conformaron un grupo aparte (Figura 50 a y b).

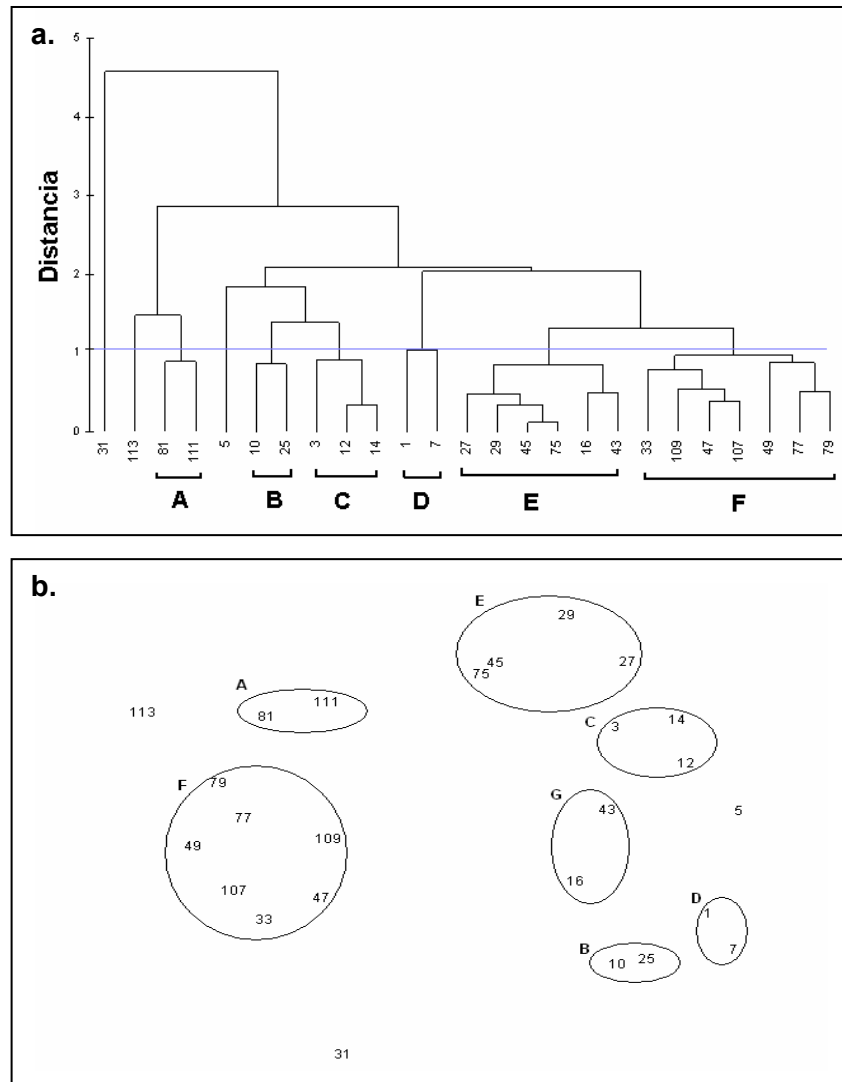


Figura 50. a. Dendrograma de distancia euclidiana (índice cofenético = 0,82) y b. NMDS (estrés = 0,15) entre las estaciones de estudio en el OPC, elaborados con las variables abióticas. Periodo 03 a 22 de septiembre de 2002.

En este periodo las estaciones 31, 113 y 5 fueron las más aisladas por presentar los valores más bajos de oxígeno disuelto (3,79 ml/l), temperatura (26,37°C) y salinidad (28,94), respectivamente. En el grupo A se asociaron las estaciones oceánicas 81 y



111, con rangos de temperatura 26,65-26,79°C, salinidad 33,52-33,61 y oxígeno disuelto 4,81-5,00 ml/l. Las estaciones costeras de B (10 y 25) tuvieron valores semejantes de las tres variables, siendo más similar el de oxígeno disuelto (4,84 y 4,80 ml/l, respectivamente). En C, las tres estaciones costeras (3, 12 y 14) presentaron valores similares de oxígeno disuelto (4,96, 5,01 y 5,06 ml/l).

En D se asociaron las estaciones costeras 1 y 7, por sus temperaturas (27,60 y 27,77°C -la más alta del periodo-) y concentraciones de oxígeno disuelto (5,07 -la más alta del periodo- y 4,90 ml/l). En E se registraron entre 27,11 y 27,42°C; salinidades entre 31,79 y 32,37 y oxígeno disuelto entre 4,96 y 5,05 ml/l; las estaciones 27 y 29 se asociaron por la similaridad entre temperaturas (27,16 y 27,17°C) y la 45 y 75 por la similaridad entre los valores de las tres variables (27,14 y 27,11°C; 32,34 y 32,37; 5,04 y 5,05 ml/l); la 16 y 43 presentaron mayor asociación, debido a las mayores temperaturas dentro del grupo (27,42 y 27,31°C).

En F se registraron entre 26,96 y 27,27°C; salinidades entre 32,76 y 33,35; y concentraciones de oxígeno disuelto entre 4,63 y 4,95 ml/l; las estaciones 33 y 109 tuvieron temperaturas muy similares (27,23 y 27,22°C), así como la 47 y 107 (27,27 y 27,19°C), amén del oxígeno disuelto (4,95 y 4,84 ml/l). Las estaciones restantes (49, 77 y 79) tuvieron los registros más bajos de temperatura del grupo (26,99, 27,06 y 26,96); por otra parte, la estación 49 es diferenciable de las otras dos, por su menor valor de oxígeno disuelto (4,63 ml/l).

En este periodo también se observó que la similaridad fue definida por las variables abióticas registradas en las estaciones, con la particularidad de que todas las estaciones del grupo A son oceánicas y las de B, C y D se ubican en aguas costeras. Por lo tanto, es probable que haya alguna explicación de su relación por sector de ubicación.

Los resultados obtenidos están dentro de los valores estándar de condiciones normales registrados para el OPC (CCCP, 2002), aunque en este periodo imperaba un evento El Niño moderado a débil (Devis, 2003). Según anotan López *et al.* (2005), tal evento no se pudo detectar con los datos de superficie.



01 a 21 de septiembre de 2003.

Las estaciones 3, 5, 79 y 113 fueron las más aisladas y se conformaron los siguientes grupos: A, tres costeras (1, 10 y 12) y una intermedia (27); B, dos costeras (16 y 33), dos intermedias (45 y 47) y dos oceánicas (75 y 77); C, dos costeras (7 y 14), dos intermedias (29 y 31) y una oceánica 107; D, dos intermedias (25 y 43); E, una intermedia (49) y tres oceánicas (81, 109 y 111). En la ordenación correspondiente se las estaciones costeras 3 y 5 formaron un grupo (Figura 51 a y b).

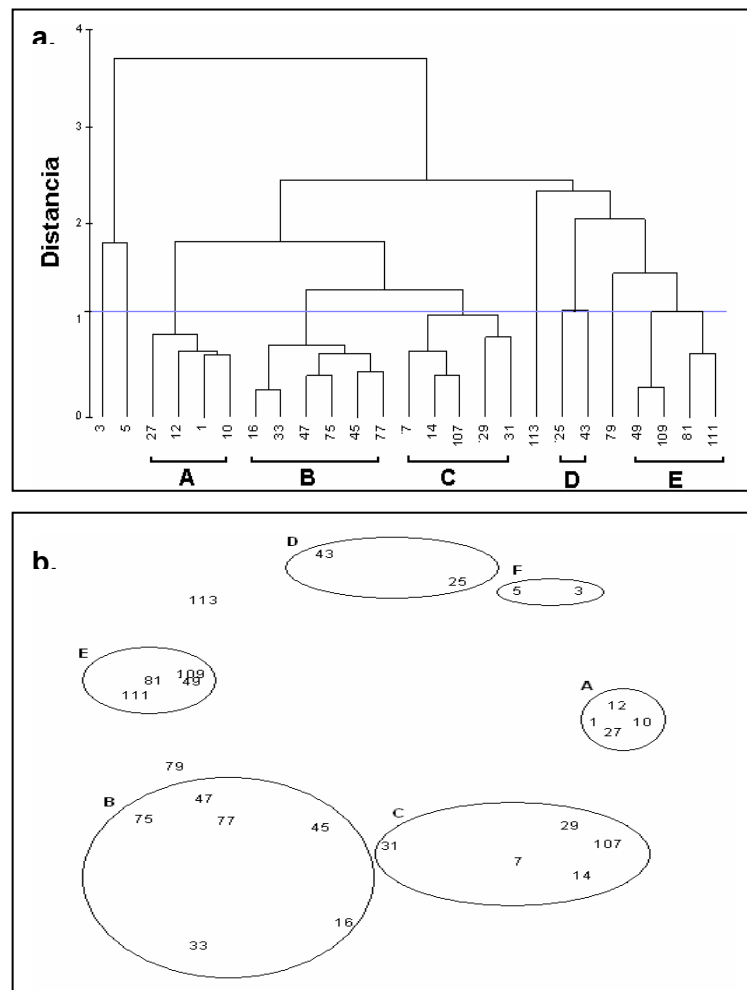


Figura 51. a. Dendrograma de distancia euclidiana (índice cofenético = 0,80) y b. NMDS (estrés = 0,12) entre las estaciones de estudio en el OPC, elaborados con las variables abióticas. Periodo 01 a 21 de septiembre de 2003.

Las estaciones con mayor distancia euclidiana en este periodo tuvieron las siguientes características, en relación con los grupos: 3, la temperatura más alta (28,63 °C) y la



segunda salinidad más baja (29,06); 5, la salinidad más baja (28,95) y el oxígeno disuelto más alto (4,80 ml/l); 113, la salinidad más alta (34,97) y el segundo valor más alto de oxígeno disuelto (4,77 ml/l); 79, el tercer valor más bajo de temperatura (26,83 °C).

Las estaciones del grupo A (27, 12, 1, 10; ubicadas en aguas costeras del noreste del OPC) tuvieron valores muy similares en las tres variables (27,70 -28,00°C; 30,11-31,00 y 4,58-4,63 ml/l). Cabe resaltar que la 27 y 12 presentaron igual concentración de oxígeno disuelto (4,63 ml/l) y la 1 y 10 los más bajos de esta misma variable dentro del grupo (4,58 y 4,61 ml/l). B tuvo temperaturas entre 27,14 y 27,50°C, salinidades entre 32,09 y 32,93, y oxígeno disuelto entre 4,61 y 4,66 ml/l. Se destacaron, por la similitud de temperaturas, la pareja de estaciones 16-33 (27,50 y 27,47°C) y por la de oxígeno disuelto las parejas 47-75 (4,64 y 4,66 ml/l) y 45-77 (4,61 y 4,64 ml/l).

En C la temperatura varió entre 27,35 y 27,74°C; la salinidad entre 31,37 y 32,43; y el oxígeno disuelto entre 4,54 y 4,62 ml/l. La estación 7 se mostró más separada, debido a que su temperatura fue la más alta del grupo (27,74°C); la 14 y 107, a pesar de su temperatura y salinidad semejantes, mostraron mucha mayor similitud en el oxígeno disuelto (4,59 y 4,57 ml/l), análogo a lo ocurrido entre la 29 y 31 (4,54 y 4,53 ml/l). En D, las estaciones intermedias 25 y 43 se asociaron por sus temperaturas (27,50 y 27,47°C). Las estaciones 49 y 109 del grupo E se relacionaron entre sí, principalmente por el oxígeno disuelto (4,74 y 4,75 ml/l, respectivamente) y la 81 y 111, por sus temperaturas bajas (26,69 y 26,82°C) y similitud en las concentraciones de oxígeno disuelto (4,75 y 4,72 ml/l).

La asociación de estaciones en este periodo se dio principalmente por el oxígeno disuelto, ya que muchas estaciones se relacionaron por la similitud en los valores obtenidos. De otro lado, el grupo A se ubicó hacia el noreste del área de estudio, lo cual no se logra explicar de manera clara.

También en este periodo las variables abióticas analizadas correspondieron a condiciones normales en el OPC (CCCP, 2002), como confirmaron antes López *et al.* (2005).



18 de septiembre a 08 de octubre de 2004.

Las estaciones 3, 10, 25 y 29 se consideraron aisladas. Los grupos configurados fueron: A, una estación costera (1 y 7) y una intermedia (27); B: cuatro costeras (16, 12, 5 y 7); C: una costera (14) y una intermedia (31); D: dos intermedias (43 y 47); E: tres oceánicas (81, 107 y 113); F: dos oceánicas (77 y 79); G: una intermedia (49) y dos oceánicas (109 y 111); H: una costera (33), una intermedia (45) y una oceánica (75). Los resultados del NMDS mostraron agrupaciones similares; empero, la estación 10, considerada como aislada en el UPGMA, conformó el grupo denominado B (Figura 52a y b).

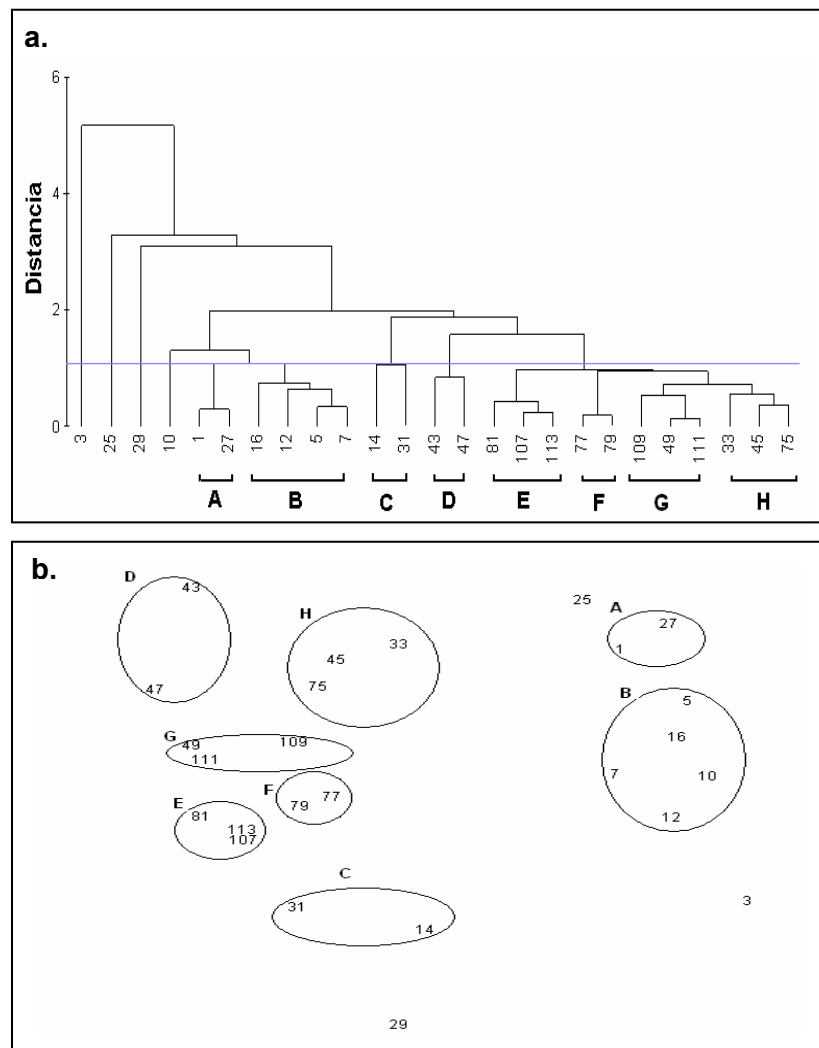


Figura 52. a. Dendrograma de distancia euclidiana (índice cofenético = 0,93) y b. NMDS (estrés = 0,17) entre las estaciones de estudio en el OPC, elaborados con las variables abióticas. Periodo 18 de septiembre a 08 de octubre de 2004.



Las estaciones consideradas aisladas mostraron en este periodo, en su orden: 3, la máxima temperatura (28,00°C); 25, la mínima salinidad (24,78) y oxígeno disuelto (4,17 ml/l); 29, la mínima temperatura (24,40°C) y máximo valor de oxígeno disuelto (4,97 ml/l); 10, el segundo valor más alto de temperatura (27,30°C).

Las estaciones del grupo A (1 y 27), aunque exhibieron salinidades y concentraciones de oxígeno disuelto similares, se asociaron, en especial, por registrar la misma temperatura (26,50°C). En B, las estaciones (16, 12, 5 y 7), además de ser costeras, presentaron temperaturas entre 26,30 y 26,80°C; salinidades entre 27,65 y 28,77; y valores de oxígeno disuelto entre 4,57 y 4,65 ml/l. Las estaciones 16 y 12 se mostraron más cercanas, por sus valores de oxígeno disuelto muy similares (4,58 y 4,57 ml/l), al igual que la pareja 5-7 (4,61 y 4,65 ml/l). Las estaciones de C (14 y 31) se asociaron entre sí, por la cercanía de sus temperaturas (25,49 y 25,70°C) y oxígeno disuelto (4,57 y 4,45 ml/l).

En D las estaciones (43 y 47, intermedias) se asociaron principalmente por sus temperaturas (26,20 y 26,00°C), mientras que en E (estaciones oceánicas 81, 107 y 113) lo efectuaron por su similitud en la temperatura y oxígeno disuelto; sin embargo, cabe resaltar que la estación 81 se mostró más separada de las otras dos, debido al oxígeno disuelto más alto del grupo (4,62 ml/l), mientras que en la 107 y 113 las concentraciones fueron muy similares (4,58 y 4,57 ml/l). Las estaciones de F (77 y 79), además de encontrarse una muy cercana a la otra, se asociaron, en especial, por la similitud en la concentración de oxígeno disuelto (4,52 y 4,53 ml/l).

En G, la estación 109 estuvo más separada, debido a la temperatura más alta del grupo (26,50°C); la 49 y 111 exhibieron la misma temperatura (26,20°C) y valores muy cercanos de oxígeno disuelto (4,65 y 4,64 ml/l). Las tres estaciones de H (33, 45 y 75) se asociaron por sus valores de oxígeno disuelto, en mayor medida entre la 45 y 75 (4,67 y 4,65 ml/l); sin embargo, en la 33 la salinidad fue más baja (31,52) y la temperatura más alta (26,70°C). Aunque con el análisis de clasificación la estación 10 se puede catalogar como aislada, en el NMDS se ubicó dentro del grupo B; tal vez por la concentración de oxígeno disuelto, muy similar a los observados en las estaciones



de dicho grupo. También se debe tener en cuenta que la estación 10 y las de B (16, 12, 5 y 7) son costeras, lo que podría influir en el resultado obtenido en el NMDS.

Los resultados obtenidos están dentro de los valores estándar de condiciones normales registrados para el OPC (CCCP, 2002; López *et al.*, 2005), aunque con ligeras diferencias entre estaciones; además, en la mayoría de los casos las agrupaciones no incluyeron estaciones de un mismo sector, lo que podría indicar la influencia de otros factores no incluidos aquí, por ejemplo, frentes oceanográficos, corrientes y surgencias. Cabe anotar que en 2004, incluyendo la época de este estudio, en otras regiones del Pacífico se detectó un evento El Niño de baja intensidad (Braun *et al.*, 2005).

3.3.1.1 Análisis de las variables abióticas en el OPC entre los periodos de investigación mediante métodos de clasificación y NMDS.

Estos análisis se realizaron teniendo en cuenta únicamente las 16 estaciones comunes entre los cinco periodos de estudio.

Temperatura y salinidad superficiales, cruceros 2001-2004.

Cuatro estaciones se consideraron aisladas (3, 14, 25 y 29) y se integraron cinco grupos, así: A, con una estación costera (12) y una intermedia 27; B, con dos oceánicas (79 y 111); C, con dos intermedias (31 y 47); D, con una intermedia (49) y una oceánica 77; E, con dos oceánicas (75 y 107); y F, con dos costeras (16 y 33). La ordenación correspondiente evidenció las mismas agrupaciones (Figuras 53a y b).

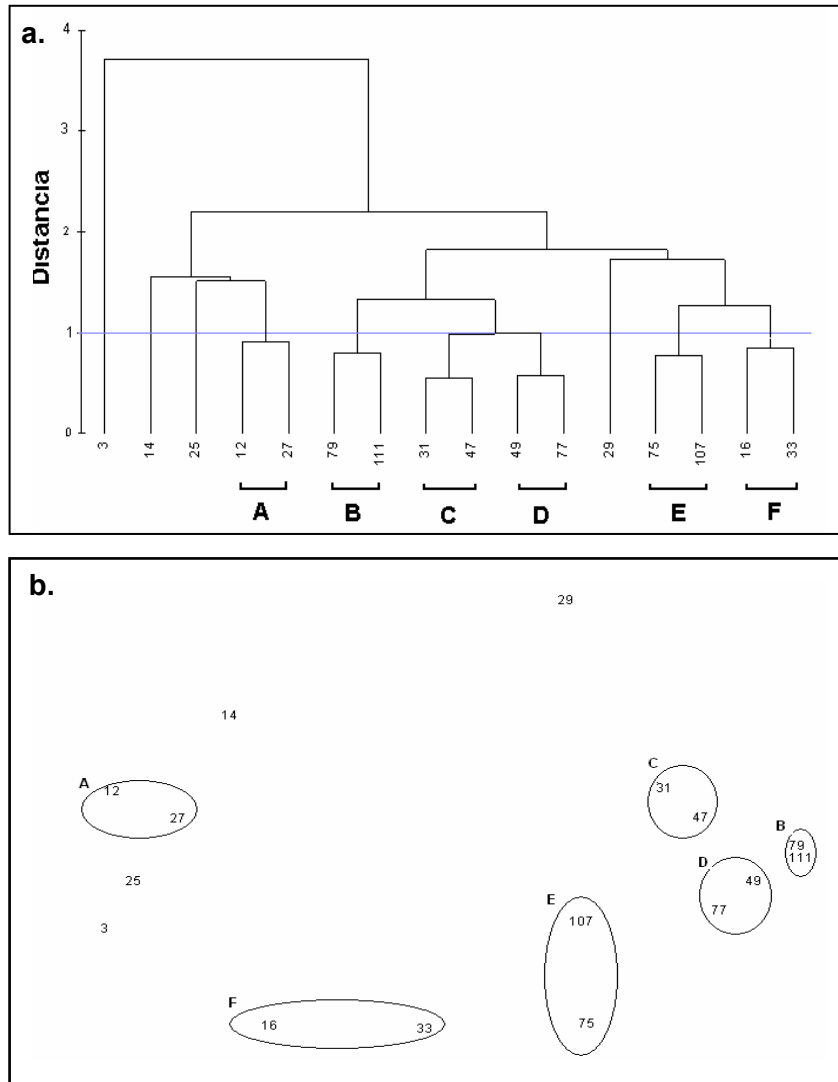


Figura 53. a. Dendrograma de distancia euclidiana (índice cofenético = 0,83) y **b.** NMDS (estrés = 0,11) elaborados con la temperatura y salinidad superficiales de las 16 estaciones comunes entre los cinco periodos de estudio en el OPC.

Contemplando las 16 estaciones comunes entre los cinco cruceros oceanográficos, en las estaciones consideradas aisladas se observó: 3, la temperatura más alta (28,63°C) en el periodo 01 a 21 de septiembre de 2003 y la salinidad más baja (24,68) en el periodo 18 de septiembre a 08 de octubre de 2004; 14, la salinidad más alta en la mayoría de los periodos; 25, salinidades relativamente más bajas que las demás estaciones; 29, en el periodo 18 de septiembre a 08 de octubre de 2004 la temperatura más baja de todos de todos los periodos analizados.



Las estaciones de A (12 y 27, costera e intermedia paralelas) se asociaron principalmente por sus temperaturas, similares a lo largo de los cinco periodos. Las de B (79 y 111, oceánicas paralelas) tuvieron valores muy parecidos de temperatura (26,83 y 26,82°C), en el periodo 01 a 21 de septiembre de 2003, y de salinidad (33,32 y 33,36), en el periodo 27 de agosto a 15 de septiembre de 2001. Las de C (31 y 47, intermedias) presentaron temperaturas muy cercanas en los dos periodos de 2001 (26,98 y 26,90; 27,09 y 27,07), así como del 03 al 22 de septiembre de 2002 (27,29 y 27,27). Las estaciones de los grupos D (49 y 77) y E (75 y 107) se asociaron por valores de las dos variables consideradas a lo largo de los cinco periodos. En el segundo caso, las temperaturas fueron muy similares (27,79 y 27,78°C) en el período 23 de junio a 12 de julio de 2001. En F, las estaciones costeras 16 y 33 se asociaron por la similaridad de temperaturas a lo largo de los cinco periodos de estudio.

Con este análisis se pudo observar que gran parte de los grupos corresponden a sectores de la misma índole, *i. e.* costeros, intermedios y oceánicos, evidenciando una relación inversa entre la temperatura y la salinidad; sin embargo, ésta no es suficiente para establecer la presencia de masas de agua claramente definidas, pues se deben contemplar múltiples factores para poder identificar dichas masas de agua, *e. g.* profundidad y dinámica hidrológica, siendo ésta conocida sólo de manera muy general en el OPC (López *et al.*, 2005) y que no fue establecida para los periodos del presente estudio.

Temperatura, salinidad y oxígeno disuelto superficiales, cruceros 2002-2004.

Se designaron como aisladas las estaciones 3, 5, 25, 31, 43, 47, 107 y 113, y se definieron los grupos: A, dos estaciones oceánicas (81 y 111); B, una intermedia (49) y una oceánica (109); C, dos oceánicas (77 y 79); D, una costera (33), una intermedia (45) y una oceánica (75); E, una costera (14) y una intermedia (29); F, dos costeras (7 y 16) y G, tres costeras (1, 10, 12) y una intermedia (27). La ordenación correspondiente arrojó resultados similares, aunque la estación 33 quedó aislada del grupo D (Figura 54 a y b).

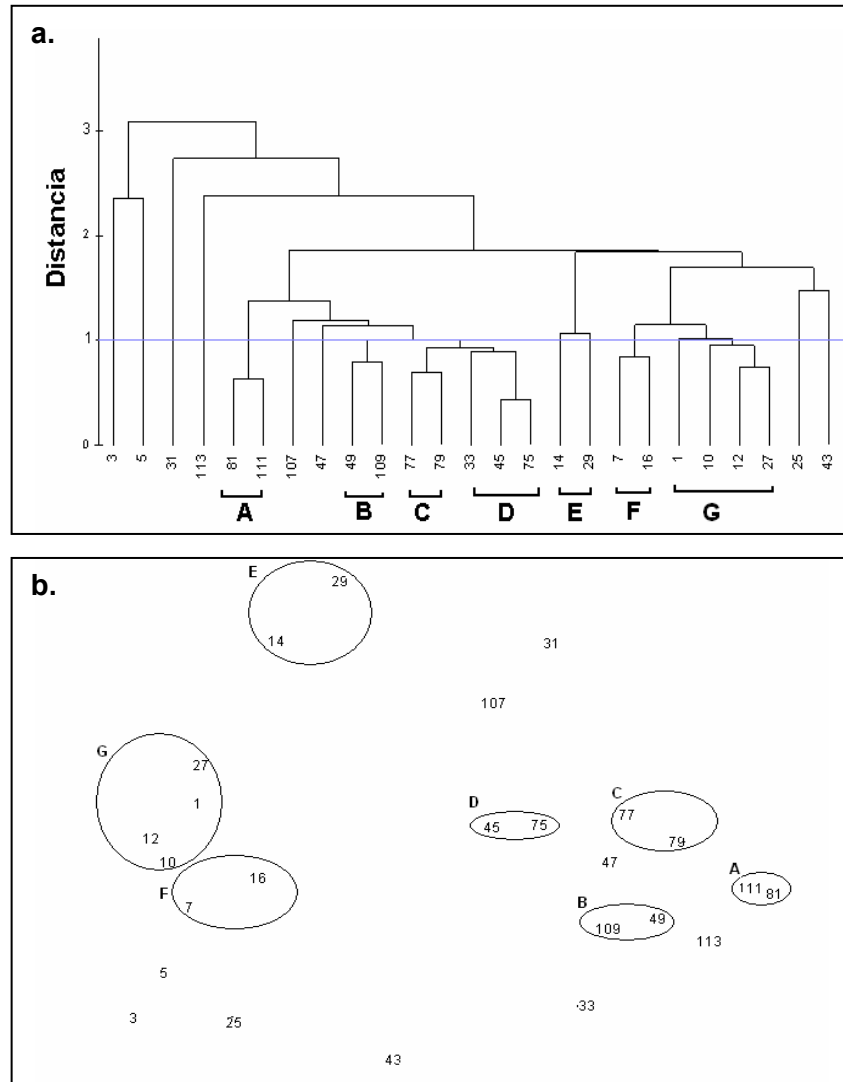


Figura 54. **a.** Dendrograma de distancia euclidiana (índice cofenético = 0,82) y **b.** NMDS (estrés = 0,16) elaborados con la temperatura, salinidad y oxígeno disuelto superficiales de las 25 estaciones comunes entre los periodos estudiados de 2002 a 2004 en el OPC.

Las mayores distancias euclidianas de ocho estaciones, con respecto a las demás, se debió a que en algunas tuvieron los valores más altos o más bajos de las variables analizadas, así: 3, temperatura más alta (28,63°C) en el periodo 01 a 21 de septiembre de 2003 y salinidad más baja (24,78) en el periodo 18 de septiembre a 08 de octubre de 2004; 5, oxígeno disuelto alto en los cinco periodos (4,61-5,04 ml/l); 31, oxígeno disuelto más bajo (3,79 ml/l) de la totalidad de las estaciones en el periodo 03 a 22 de septiembre de 2002; 113, la salinidad más alta (34,97) en el periodo 01 a 21 de septiembre de 2003; en las otras estaciones con mayores distancias euclidianas los



valores de las variables estudiadas fueron cercanos, pero no lo suficiente, como para relacionarlas.

En el grupo A, las estaciones oceánicas 81 y 111 se asociaron por los valores relativamente cercanos de las tres variables abióticas consideradas, al igual que en las estaciones de B (49 y 109); sin embargo, en este último par de estaciones, se destacaron la salinidad y el oxígeno disuelto como las variables con valores más cercanos. En C, las estaciones oceánicas (77 y 79) se relacionaron entre sí, en especial, por la alta similaridad en la concentración de oxígeno disuelto a lo largo de los cinco periodos. El grupo D, mostró cercanía significativa entre las estaciones 33, 45 y 75, sobresaliendo la asociación entre las dos últimas, por sus valores de las tres variables mucho más similares entre sí.

En E las estaciones (14 y 29) se agruparon por el parecido de sus temperaturas y concentraciones de oxígeno disuelto a lo largo de los cinco periodos. En F, aunque las estaciones costeras 7 y 16 presentaron valores de temperatura y salinidad similares, se agruparon por el oxígeno disuelto semejante en los cinco cruceros. Las estaciones de G (1, 10, 12 y 27) se asociaron por el oxígeno disuelto, destacándose las costeras 1, 10 y 12 por el mismo valor (4,57 ml/l) en el periodo 18 de septiembre a 08 de octubre de 2004; las estaciones 12 y 27 mostraron valores de temperatura y salinidad mucho más cercanos entre sí, que con las estaciones 1 y 10.

De este análisis puede extractarse que las similaridades entre las estaciones a lo largo de los cinco periodos de estudio se dieron, en particular, por el oxígeno disuelto; de igual forma, las distancias euclidianas entre las estaciones de los grupos A, C y F reflejaron una correspondencia con su ubicación (oceánica y costera). Como ya se ha mencionado, se estima que este hecho no es definitivo para caracterizar masas de agua, sino que sólo ratifica la relación existente entre la temperatura y la salinidad, como variables reguladoras del oxígeno disuelto.

Es pertinente reiterar que en los cinco periodos de estudio las condiciones en la superficie del OPC fueron normales (CCCP, 2002), aunque en 2002 acaeció un episodio El Niño moderado-débil (Devis, 2003). Esto se corrobora con los análisis de las variables abióticas en cada una de las épocas estudiadas.



En los análisis por periodo de estudio, considerando todas las estaciones, no se observó un patrón claro de asociación entre éstas por su ubicación en el OPC; fue más evidente la similitud debida a las temperaturas y salinidades en los dos periodos de 2001, así como de oxígeno disuelto en los de 2002 a 2004. Sin embargo, al comparar la temperatura y salinidad entre las 16 estaciones comunes en las cinco campañas oceanográficas, se conformaron grupos ubicados en los sectores costero, intermedio y oceánico, que también ponen de manifiesto el gradiente de menor a mayor salinidad de la zona costera a la oceánica, así como uno inverso a éste de temperatura. A lo anterior se han referido otros autores (CCCP, 2002; López *et al.*, 2005), señalando que corresponde al patrón normal de distribución de estas variables en el OPC. Cabe recalcar que los datos obtenidos en la superficie no presentaron variaciones considerables relacionadas con la época de muestreo, precisamente por restringirse a ese estrato (López *et al.*, 2005).

En el análisis de los periodos de 2002 a 2004, incluyendo el oxígeno disuelto, las estaciones se agruparon principalmente por la similitud entre los registros de esta variable, que caracterizan los periodos normales en el OPC (CCCP, 2002). En relación con esto, Zuta & Guillén (1970) indican que en aguas superficiales en contacto con la atmósfera, la cantidad de oxígeno disuelto tiende a estar en equilibrio con el atmosférico y que su concentración en ese estrato oscila entre 1,0 y 8,5 ml/l.

3.3.2 Relación entre la variación de las abundancias totales de hidromedusas y los periodos de estudio.

3.3.2.1 Prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.

Aplicando la prueba de Kruskal-Wallis con $\alpha = 0,05$, significancia del 95% y un valor calculado para los periodos, $n = 5$ (9,49) (Zar, 1999), se obtuvo un P-valor = $5,6 \times 10^{-6}$ y un valor estadístico = 29,71, por lo que se determinó que si existen diferencias significativas entre los periodos de estudio; es decir, se acepta la hipótesis de que la abundancia total de hidromedusas no es la misma en todos ellos.



Lo anterior se evidenció también al comparar los promedios de abundancias totales, cuyo mayor valor se presentó en el periodo 18 de septiembre a 08 de octubre de 2004, seguido del periodo 03 a 22 de septiembre de 2002, lo que se atribuyó a mejores condiciones para las hidromedusas, al igual que ocurrió con el resto del zooplancton en estos dos periodos (López *et al.*, 2005).

3.3.3 Relación entre el componente abiótico y el biótico en la superficie del OPC.

3.3.3.1 Coeficiente de correlación de rangos de Spearman.

23 de junio a 12 de julio de 2001 (n = 30; P <0,05; α = 0,05).

En este periodo se dieron correlaciones entre la abundancia de hidromedusas y la temperatura (0,035), entre ésta y la biomasa de mesozooplancton (0,013), y entre la salinidad y la temperatura (0,001) (Sokal & Rohlf, 1980). Teniendo en cuenta el R tabulado (0,375), los valores más significativos asociaron: salinidad con temperatura (-0,593), temperatura con biomasa de mesozooplancton (-0,460) e hidromedusas con temperatura (-0,391), confirmando las correlaciones, dado que los valores observados fueron mayores que los tabulados (Sokal & Rohlf, 1980) (Anexo G).

27 de agosto a 15 de septiembre de 2001 (n = 23; P <0,05; α = 0,05).

Las asociaciones obtenidas fueron entre la biomasa de mesozooplancton y la variable día: noche (0,022), y entre la salinidad y la temperatura (0,000). Según el R tabulado (0,435), los valores más significativos correspondieron a temperatura: salinidad (-0,796) y biomasa de mesozooplancton: día: noche (0,489) (Anexo G).

03 a 22 de septiembre de 2002 (n = 25; P <0,05; α = 0,05).

Se presentaron las siguientes correlaciones: abundancia de hidromedusas y oxígeno disuelto (0,042), abundancia de hidromedusas y biomasa de mesozooplancton (0,004),



oxígeno disuelto y salinidad (0,020), y salinidad y temperatura (0,007). Los valores más representativos (R tabulado = 0,415) fueron: salinidad: temperatura (-0,547); salinidad: oxígeno disuelto (-0,474); hidromedusas: mesozooplancton (0,594) e hidromedusas: oxígeno disuelto (0,416) (Anexo G).

01 a 21 de septiembre de 2003 (n = 25; P <0,05; α = 0,05).

En este caso las correlaciones fueron: abundancia de hidromedusas-día: noche (0,003); abundancia de hidromedusas-biomasa de mesozooplancton (0,011); biomasa de mesozooplancton-oxígeno disuelto (0,027) y salinidad-temperatura (0,000). Las asociaciones más significativas (R tabulado = 0,415) fueron: salinidad-temperatura (-0,824); oxígeno disuelto-mesozooplancton (-0,452); hidromedusas-día: noche (0,618) e hidromedusas-mesozooplancton (0,519) (Anexo G).

18 de septiembre a 08 de octubre de 2004 (n = 25; P <0,05; α = 0,05).

En este periodo se establecieron correlaciones entre la abundancia de hidromedusas y la variable día: noche (0,010) y entre la salinidad y la temperatura (0,013). Los valores de correlación R más significativos, según el R tabulado (0,415), fueron: salinidad-temperatura (-0,502) e hidromedusas-día: noche (0,527) (Anexo G).

Para los cinco periodos de estudio la correlación negativa más fuerte se dio entre la salinidad y la temperatura, como era de esperarse, ya que estas variables se relacionan de forma inversa (Pabón *et al.*, 2001); además, la temperatura fue más alta hacia la zona costera y más baja hacia la oceánica, mientras que con la salinidad ocurrió lo contrario, patrón ya observado por otros autores (*e. g.* CCCP, 2002; López *et al.*, 2005), y que se debe a los aportes fluviales y precipitaciones (Zuta & Guillén, 1970).

La distribución de las hidromedusas -y en general del zooplancton- está influenciada por factores como: salinidad, temperatura, nutrientes y régimen de corrientes; la distribución temporal del zooplancton gelatinoso, sobre todo en sectores neríticos



expuestos a la descarga de aguas interiores, fuertemente influenciados por la temperatura, puede afectar la abundancia y diversidad de sus poblaciones. De hecho, las hidromedusas no toleran cambios bruscos de salinidad y temperatura, exceptuando algunas especies que pueden habitar en zonas estuarinas, ya que tienen un rango de tolerancia más amplio (Palma & Apablaza, 2004; Palma & Rosales, 1995 y Benović *et al.*, 1987, 2000; Ramírez & Zamponi, 2001; Brusca & Brusca, 2002; Ramírez & Zamponi, 1981; Suárez *et al.*, 2002; Wrobel & Mills, 1998 En: Domínguez, 2002).

Lo anterior contribuye a explicar los resultados del presente estudio, pues se observó cierta tendencia a que las mayores abundancias de hidromedusas se dieran en aguas costeras. En la investigación de Cely & Chiquillo (1993), se muestrearon estaciones costeras en el OPC, encontrándose que éstos organismos se distribuyeron con presencia menos evidente en zonas directamente afectadas por aguas continentales, atribuyéndolo a la temperatura, inferior al margen de tolerancia de las especies halladas. Cabe mencionar que la salinidad también es un factor influyente, a pesar de que en este estudio no se observó una dependencia clara de las hidromedusas a esta variable. Canché & Castellanos (2005), aducen que a mayor salinidad podría haber menor abundancia de hidromedusas, debido a la influencia de ese factor sobre aquellas, contribuyendo así, a marcar límites en cuanto a su distribución nerítica.

Las correlaciones positivas entre las hidromedusas y la biomasa de mesozooplankton obtenidas para los periodos 03 a 22 de septiembre de 2002 (0,594) y 01 a 21 de septiembre de 2003 (0,519), pueden fundamentarse en la naturaleza carnívora de las hidromedusas, que en su dieta incluyen organismos del zooplankton (Ramírez & Zamponi, 1981 En: Boltovskoy, 1981; Vinogradov & Shushkina, 2002; Benović *et al.*, 2005). Como también lo consideraron López *et al.* (2005), se estima que las mayores abundancias tienen que ver, en parte, con la disponibilidad de alimento, lo cual ha sido confirmado por varios autores (Alvariño, 1985; Purcell, 1997; Vinogradov & Shushkina, 2002; Benovic *et al.*, 2005); además, tales abundancias favorecen la reproducción y mantenimiento de las hidromedusas (Suárez *et al.*, 1995; Paffenhöfer, 1983; Gasca & Suárez, 1994; En: Canché & Catellanos, 2005).



No obstante, la oferta trófica no debe ser el único factor que favorece la proliferación de estos organismos. En la bahía de Gaira (Caribe colombiano), por ejemplo, Domínguez (2002) halló hidromedusas en periodos de alta densidad de fito- o zooplancton, pero la oferta de alimento no se correlacionó significativamente con la abundancia de estos cnidarios, lo que atribuyó en mayor medida la influencia de otros factores. En efecto, el número y distribución de las hidromedusas depende del tipo de reproducción, transparencia del agua, salinidad y temperatura (Ramírez & Zamponi, 1981 En: Boltovskoy, 1981; Caballero & Casas, 1996; Bernal, 1990 y López, 1990 En: Domínguez, 2002).

En los periodos 03 a 22 de septiembre de 2002 y 01 a 21 de septiembre de 2003, se registraron los promedios más altos de concentración de oxígeno disuelto. Además, para el primer periodo se determinó una correlación negativa entre la salinidad y la concentración de oxígeno disuelto (-0,474), y una positiva entre éste y la abundancia de hidromedusas (0,416). La primera se explica, en parte, debido a que la salinidad, al igual que la temperatura, es uno de los factores que regulan la cantidad de oxígeno en el mar, influyendo en las características físico-químicas del mar y en la intensidad respiratoria de los organismos (Pabón *et al.*, 2001).

La segunda correlación también podría indicar mejores condiciones para el zooplancton, en general (López *et al.*, 2005), y en el caso de las hidromedusas, en particular para *A. hemistoma* y *L. tetraphylla*. En el Pacífico chileno Apablaza & Palma (2006), obtuvieron correlaciones significativas positivas y negativas entre algunas especies de hidromedusas, atribuyendo sus mayores densidades a la mayor disponibilidad de oxígeno disuelto. A pesar de lo anotado, no se puede concluir que las hidromedusas o el zooplancton, en general, tengan una relación dependiente o no del oxígeno disuelto, ya que, por ejemplo, en el periodo 01 a 21 de septiembre de 2003 se dio una correlación negativa entre la biomasa de mesozooplancton y el oxígeno disuelto (-0,452).

Para el periodo 23 de junio a 12 de julio de 2001 hubo una correlación negativa entre la biomasa de mesozooplancton y la temperatura (-0,460), y entre ésta y la abundancia de hidromedusas (-0,391). Respecto a esto, es oportuno mencionar que Franco *et al.* (2004) encontraron que -entre 1995 y 1998 en la costa central del



Pacífico mejicano- las biomásas más altas de zooplancton coincidieron con las menores temperaturas superficiales, incluso durante El Niño 97-98, corroborando, en parte, la influencia de la temperatura sobre el zooplancton.

Al igual que con la biomasa de mesozooplancton, los mayores promedios de abundancias de hidromedusas correspondieron a horas nocturnas, hecho atribuido, como se anotó, a migraciones verticales del zooplancton hacia la superficie durante la noche (Stephen & Forst, 1992; Tatsuki & Yamamura, 1999, Franco *et al.*, 2004; Färber *et al.*, 2006 En: López, 2007). Sobre el particular, recuérdese que se establecieron correlaciones positivas entre la abundancia de hidromedusas y la variable día: noche, para los periodos 01 a 21 de septiembre de 2003 (0,618) y 18 de septiembre a 08 de octubre de 2004 (0,527), así como entre la biomasa de mesozooplancton y la variable día: noche, para el periodo 27 de agosto a 15 de septiembre de 2001 (0,489).

Domínguez (2002), menciona que en varios estudios realizados en el Caribe se han reportado bajos valores de correlación entre el zooplancton y las variables abióticas, debido a la gran variabilidad espacio-temporal del plancton, por lo que en varias ocasiones las variables físico-químicas no explican la distribución de la comunidad zooplanctónica. Sin embargo en el presente estudio si se observaron correlaciones, tanto para la biomasa de mesozooplancton, como para la abundancia de hidromedusas, con la temperatura y oxígeno disuelto, en parte porque las especies predominantes son de características euríticas.

Finalmente, es preciso realizar otros estudios que permitan dilucidar qué otros factores inciden en el comportamiento de las comunidades del zooplancton e hidromedusas, ya que -como también pudo observarse en este estudio- para los periodos de los años 2002 y 2004 se registraron los mayores valores de biomasa y abundancia de ambas comunidades; además, en el último periodo no se determinaron correlaciones significativas entre las dos variables y las abióticas, dejando abierta la posibilidad de interpretar esto como mejores condiciones para dichos organismos (López *et al.*, 2005).



3.3.3.2 Análisis de factores.

El análisis de factores se realizó con las variables bióticas y abióticas seleccionadas para este estudio, así como con las estaciones de cada uno de los periodos; sin embargo, los resultados de los análisis de estas últimas no se incluyeron aquí, ya que fueron prácticamente iguales a los obtenidos en los análisis de similaridad; es decir, no aportaron nada nuevo.

23 de junio a 12 de julio de 2001.

Se escogieron los factores 1 y 2, debido a que explicaron el 64,31% de la información. La única variable que obtuvo un valor alto en el factor 1 fue la temperatura (0,901). En el 2 las variables con valores altos fueron la biomasa de mesozooplancton (0,877) y la abundancia de hidromedusas (0,821) (Figura 55, anexo H).

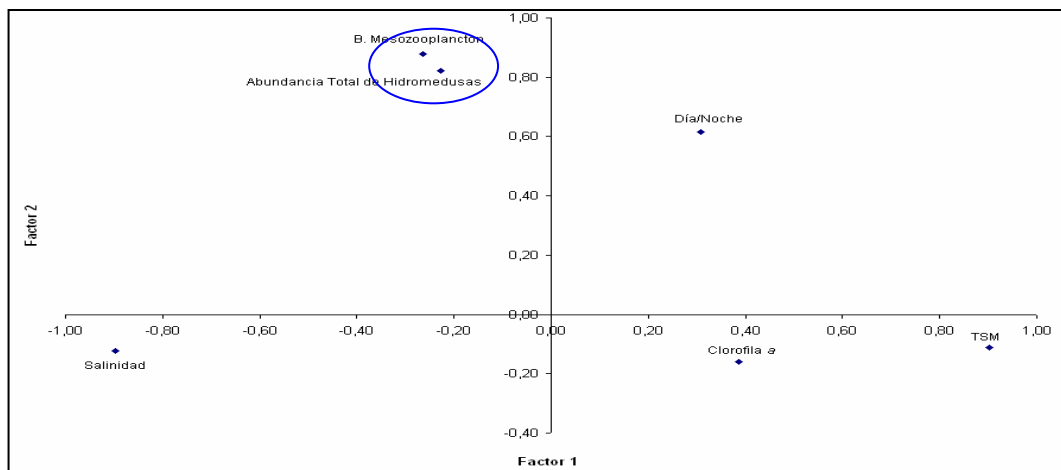


Figura 55. Análisis de factores entre las variables abióticas y bióticas en el OPC durante el periodo 23 de junio a 12 de julio de 2001.

27 de agosto a 15 de septiembre de 2001.

Se seleccionaron los dos primeros factores, ya que explicaron el 55,63% de los datos. En el factor 1 la única variable con un valor alto fue la temperatura (0,858). En el 2, las variables día/noche y la clorofila a tuvieron los valores más altos (0,885 y 0,669, respectivamente) (Figura 56, Anexo H).

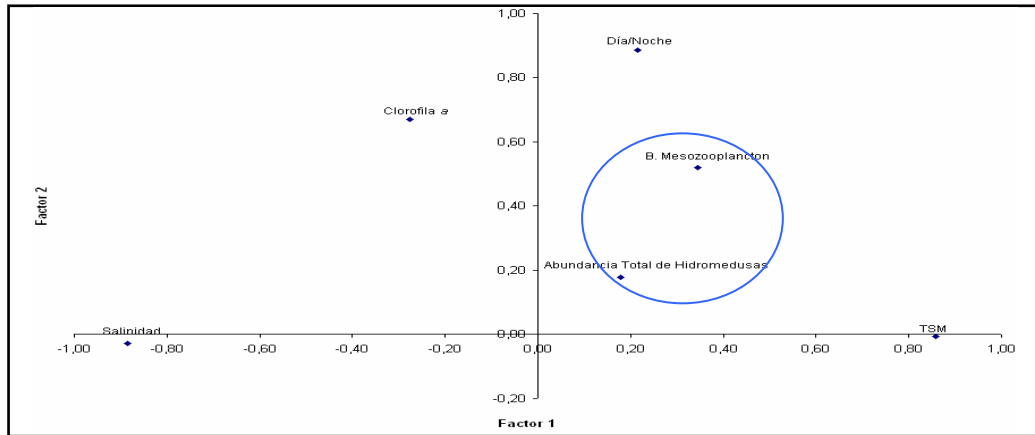


Figura 56. Análisis de factores entre las variables abióticas y bióticas en el OPC durante el periodo 27 de agosto a 15 de septiembre de 2001.

03 a 22 de septiembre de 2002.

Los factores 1 y 2 explicaron el 48,84% de la información. En el 1 se destacaron la abundancia de hidromedusas (0,867) y la biomasa de mesozooplankton (0,800); en el 2, la única variable con un valor relevante (0,888) fue la temperatura (Figura 57, Anexo H).

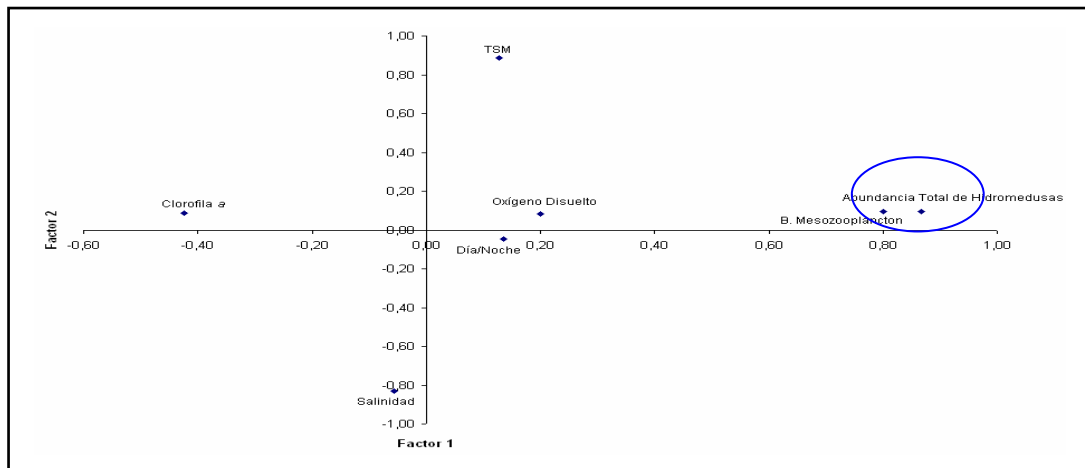


Figura 57. Análisis de factores entre las variables abióticas y bióticas en el OPC durante el periodo 03 a 22 de septiembre de 2002.

01 a 21 de septiembre de 2003.

Los factores 1 y 2 explicaron el 62,15% de los datos. En el 1 hubo tres variables con valores altos: día/noche (0,855), abundancia de hidromedusas (0,854) y biomasa de



mesozooplankton (0,750); en el 2, las variables con valores altos fueron la temperatura (0,902) y la clorofila a (0,521) (Figura 58, Anexo H).

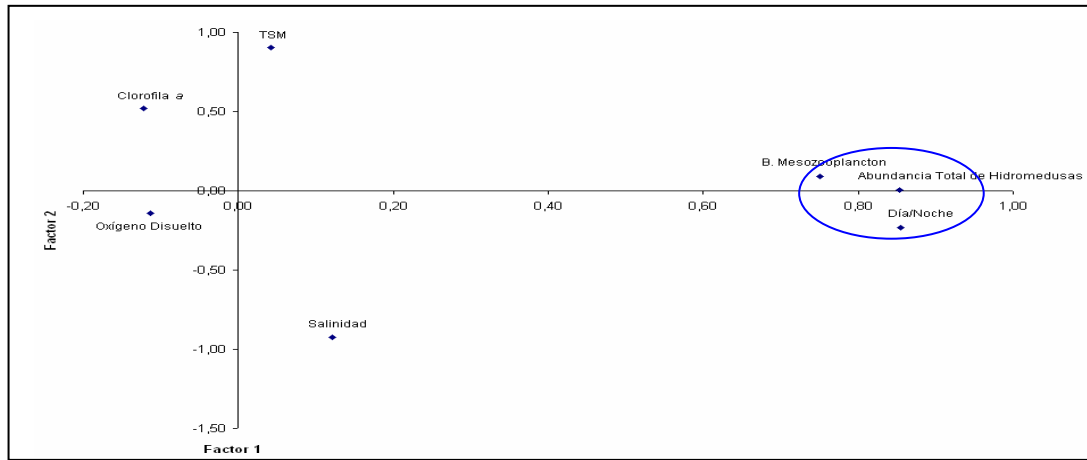


Figura 58. Análisis de factores entre las variables abióticas y bióticas en el OPC durante el periodo 01 a 21 de septiembre de 2003.

18 de septiembre a 08 de octubre de 2004.

Como en los demás periodos, los factores 1 y 2 explicaron el mayor porcentaje de la información, en este caso el 52,88%. En el 1 la salinidad y el oxígeno disuelto mostraron los valores más representativos (0,796 y 0,615, respectivamente). En el 2, las variables con valores altos fueron la biomasa de mesozooplankton (0,889) y día/noche (0,687) (Figura 59, Anexo H).

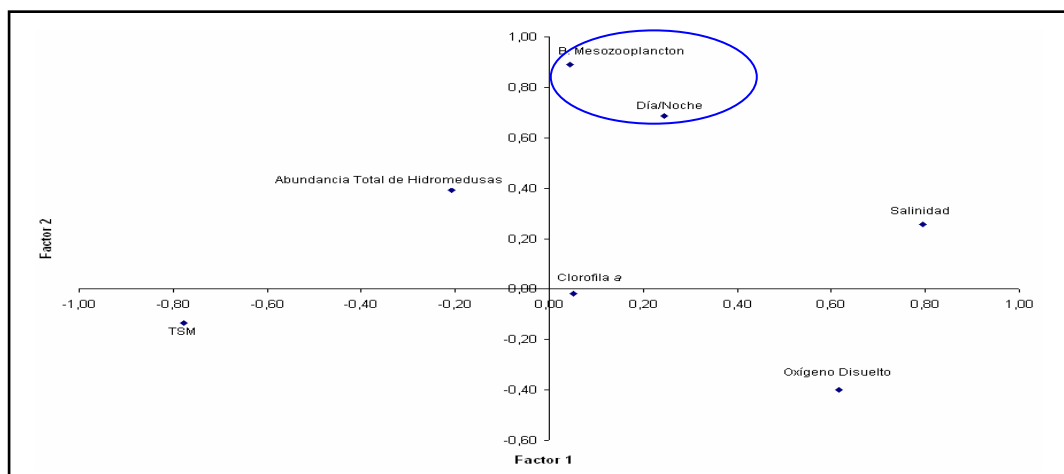


Figura 59. Análisis de factores entre las variables abióticas y bióticas en el OPC durante el periodo 18 de septiembre a 08 de octubre de 2004.



El análisis de factores arrojó asociaciones significativas entre la biomasa mesozooplancónica y la abundancia de hidromedusas en todos los periodos de estudio, confirmando lo expuesto en la correlación de Spearman sobre las relaciones tróficas en los periodos 03 a 22 de septiembre de 2002 y 01 a 21 de septiembre de 2003, *i. e.* se considera que la oferta alimentaria favoreció su proliferación.

En cuanto a las abundancias día: noche, a pesar de su mayor valor en horas de oscuridad, el mismo análisis sólo mostró una asociación significativa en los periodos 01 a 21 de septiembre de 2003 y 18 de septiembre a 08 de octubre de 2004, al igual que en la correlación de Spearman. Esto podría deberse a que existen taxa que en la noche se desplazan a aguas más someras o más profundas y otras que no exhiben ninguna migración (Vinogradov & Shushkina, 2002; Benović *et al.*, 2005), dificultando los análisis sobre desplazamientos nictimerales de estos organismos. En cualquier caso, sus migraciones circadianas son un hecho en el OPC (Baldrich & López, 2007), como en otras áreas (Vinogradov & Shushkina, 2002; Benović *et al.*, 2005).

3.3.4 Variación espacial y temporal de la comunidad de hidromedusas.

3.3.4.1 Análisis similaridad de Bray-Curtis, NMDS y análisis inverso de Kaandorp, para las especies de hidromedusas encontradas en el OPC.

23 de junio a 12 de julio de 2001 (25 estaciones).

De acuerdo con la composición y número de hidromedusas/100 m³ la estación 25 se consideró aislada. Entre el 20 y 40% de similaridad se conformaron los grupos de estaciones: A, dos oceánicas (65 y 107); B, cinco oceánicas (109, 81, 111, 79 y 97), dos intermedias (47 y 49) y cinco (6, 33, 2, 24 y 14); y C, cuatro oceánicas (91, 75, 61 y 77), cuatro intermedias (29, 45, 27 y 48) y dos costeras (3 y 16). La ordenación correspondiente agrupó las estaciones de la misma manera que el análisis de clasificación (Figura 60a y b).

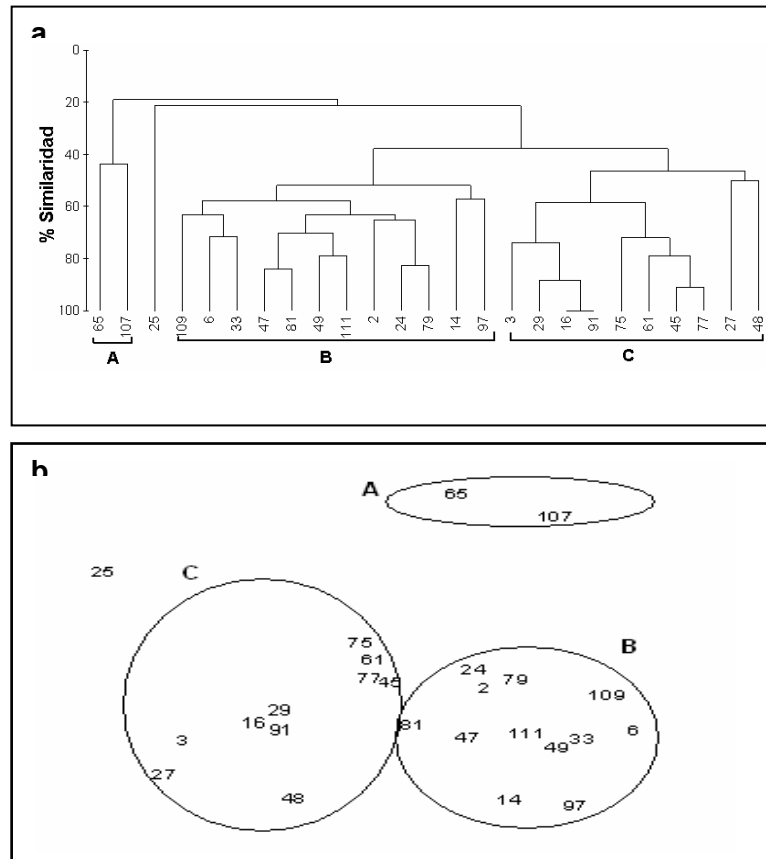


Figura 60. a. Dendrograma de clasificación (índice cofenético = 0,88) y b. NMDS (estrés = 0,13) entre las estaciones de estudio en el OPC, elaborados con las densidades de hidromedusas. Periodo 23 de junio a 12 de julio de 2001.

La estación 25 se mostró como aislada debido a la mayor densidad de *Sarsia cocometra* (Anthomedusae) y además fue en el único punto de este periodo y de todo el estudio en el que se registró un ejemplar de *Aequorea* sp.1 (Leptomedusae). Quizás la ubicación de la estación (intermedia pero próxima al sector costero) brindó condiciones favorables para la aparición de estas especies, pues, de acuerdo con Segura (1984), son consideradas neríticas, ya que su fase hidroide depende del fondo de la plataforma para sobrevivir. Cabe mencionar que *Aequorea* se encuentra primordialmente a profundidades de más de 100 m (Palma & Apablaza, 2004) y puede subir a la superficie por acción de las corrientes (Sparks, 2005). Por otra parte, el grupo A asoció las estaciones oceánicas 65 y 107, en especial por la presencia de sendos individuos de *Liriope tetraphylla*, lo cual corrobora su distribución oceánica (Segura, 1984; Alvaríño, 1978).



B y C mostraron asociaciones de estaciones tanto costeras, como intermedias y oceánicas. En el primer grupo esto se debió a la similitud en las altas densidades de *L. tetraphylla*, *A. hemistoma* y *C. tetrastyla*, mientras que en C la asociación estuvo dada principalmente por el bajo número de *A. hemistoma*. En suma, fue evidente la amplia distribución de estas tres especies, aunque con las siguientes particularidades:

L. tetraphylla se distribuyó en todo el OPC, pero no se observó un gradiente de menor a mayor densidad al alejarse del litoral, como el referido por Cely & Chiquillo (1993), para aguas costeras del OPC.

A. hemistoma apareció en la mayoría de estaciones, pero sólo en la nerítica 33 y oceánica 109 fue abundante (24 y 18 ind/100 m³). Estas observaciones son similares a las de Segura (1984), quien la reportó como una especie ampliamente distribuida en el área de estudio. Por el contrario, Cely & Chiquillo (1993) la registraron como una de las especies menos representativas en aguas costeras. Lo anterior corrobora la naturaleza oceánica, epi- y holopelágica de esta especie eurihalina (Mendoza-Becerril, 2006), lo cual puede explicar su presencia en la estación 33, ubicada relativamente cerca de la ensenada de Tumaco, influenciada por grandes aportes fluviales (CCCP, 2002).

C. tetrastyla se encontró, tanto en estaciones cercanas a la costa como oceánicas, lo cual concuerda con lo expuesto por Segura (1984), quien la clasificó como una especie parcialmente oceánica.

En el análisis inverso, en los tres grupos conformados y en la estación denominada aislada se hallaron especies exclusivas (Abundancia relativa = 100%), las cuales fueron: *Euphysora bigelowi* y *Eirene* sp., en A; *Cunina* sp. 2, *P. triloba* y *R. velatum*, en B; *Aequorea* sp. 2 y *Cunina* sp.1, en C y *Aequorea* sp. 1 en la estación aislada 25. Las especies características (Abundancia relativa > 70% y < 100%) fueron: *S. cocometra*, para la estación aislada 25; *S. bitentaculata*, para el grupo A y *C. tetrastyla*, y *L. tetraphylla*, para el grupo B. *A. hemistoma*, se presentó como una especie generalista (Abundancia relativa < 70%) encontrándose en B, C y en la estación aislada 25 (Tabla 6).



Tabla 6. Análisis inverso de Kaandorp a partir del análisis de clasificación por especies. Prom.= Densidad promedio, E. e.= Error estándar, * = especies exclusivas (= 100%), negrilla= especies características (> 70% y <100%), especies generalistas (<70%). Periodo 23 de junio a 12 de julio de 2001.

	Grupo A			Estación 25		Grupo B			Grupo C		
	Prom.	E.e.	%	Prom.	%	Prom.	E.e.	%	Prom.	E.e.	%
<i>Sarsia cocometra</i>	0,27	0,27	3,66	7,15	95,12	0,09	0,09	1,22			
<i>Solmundella bitentaculata</i>	1,00	1,00	80,75			0,18	0,14	14,80	0,05	0,05	4,44
<i>Aglaura hemistoma</i>				0,55	6,46	5,82	2,15	68,35	2,14	0,37	25,19
<i>Liriope tetraphylla</i>	1,05	0,05	11,27			7,88	2,26	84,60	0,38	0,18	4,13
<i>Cytaeis tetrastyla</i>						4,45	1,33	98,78	0,05	0,05	1,22
<i>Euphysora bigelowi</i> *	0,23	0,23	100,00								
<i>Aequorea</i> sp1 *				1	100,00						
<i>Aequorea</i> sp2 *									0,10	0,10	100,00
<i>Eirene</i> sp *	0,14	0,14	100,00								
<i>Cunina</i> sp1 *									0,10	0,10	100,00
<i>Cunina</i> sp2 *						0,27	0,27	100,00			
<i>Pegantha triloba</i> *						0,67	0,67	100,00			
<i>Rhopalonema velatum</i> *						1,24	0,52	100,00			

De la literatura disponible (Alvariño, 1978; Segura, 1984; Palma & Apablaza, 2004 y Sparks, 2005), se estableció que las ocho especies exclusivas presentan, como característica principal, tolerancia a cambios de temperatura y salinidad, pero posiblemente respondieron a preferencias por condiciones de estos factores, así como de oxígeno disuelto, presentes en el momento de muestreo, amén de la disponibilidad de alimento y otras variables no determinadas durante los cinco periodos de estudio (e. g. dinámica hidrológica). Por otra parte, se observó que los tres grupos también poseen especies características y generalistas, cuya distribución abarca desde los sectores cercanos a la costa hasta las zonas oceánicas; en fin, son grupos complejos.

Lo expuesto puede complementarse con el hecho de que la temperatura, la salinidad y el oxígeno disuelto, presentaron valores de condiciones normales en el OPC, durante el periodo 23 de junio a 12 de julio de 2001, lo cual, se estima, que no tuvo un impacto abiótico negativo sobre las especies halladas durante ese lapso de tiempo.

27 de agosto a 15 de septiembre de 2001 (20 estaciones).

Tanto en el dendrograma, como en el NMDS, se observó a un nivel de similaridad entre el 20 y el 60% la formación de cuatro grupos y dos estaciones aisladas. El grupo



A incluyó tres estaciones oceánicas (77, 61 y 107); B, una oceánica (111) y una costera (3); C, una oceánica 65, tres intermedias (25, 27 y 49) y una nerítica (16); y D tres oceánicas (93, 97 y 79), dos intermedias (47 y 31) y tres costeras (33, 10 y 12) (Fig. 61a y b).

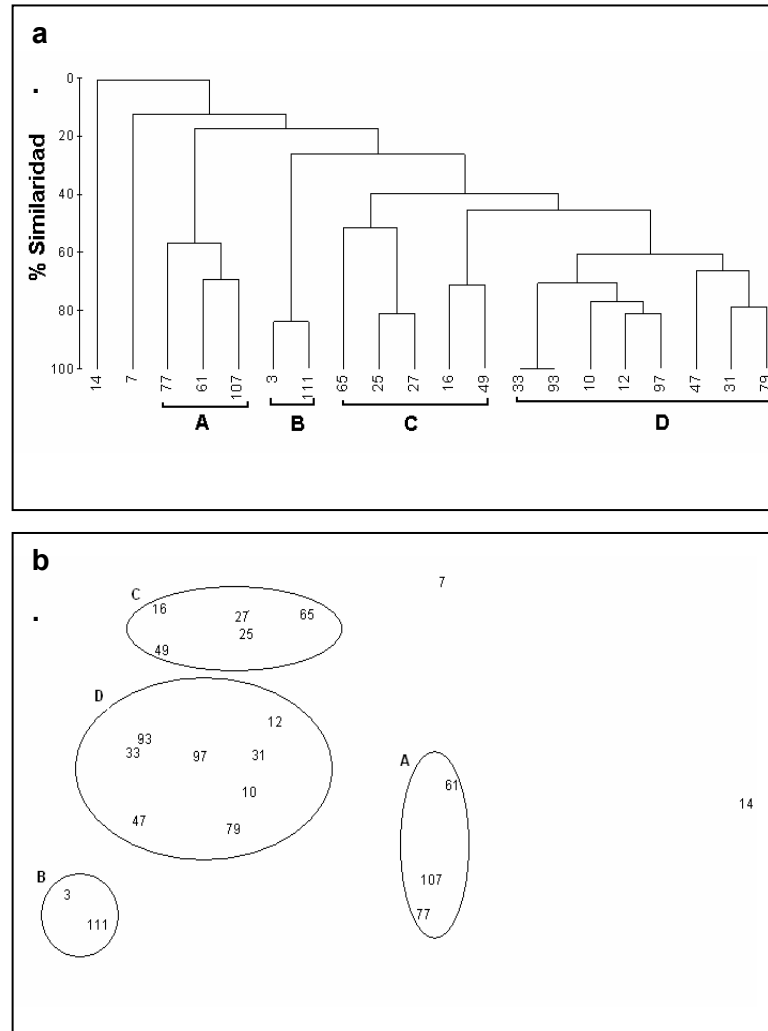


Figura 61. a. Dendrograma de clasificación (índice cofenético = 0,85) y b. NMDS (estrés = 0,10) entre las estaciones de estudio en el OPC, elaborados con las densidades de hidromedusas. Periodo 27 de agosto a 15 de septiembre de 2001.

Según el análisis de Kaandorp las especies exclusivas fueron *Clytia* sp., en el grupo B, y *P. porpita*, *Pegantha* sp., *S. bitentaculata* y *R. velatum* en C. En la estación 7 únicamente apareció *P. triloba*, como especie característica, y en la 14 *L. tetraphylla*, como generalista. *A. hemistoma* se presentó en B, C y D, y fue característica para C. Las especies generalistas fueron *L. tetraphylla* y *C. tetrastyla*. en A, C y D y *S. cocometra* en B y C. (Tabla 7).



Tabla 7. Análisis inverso de Kaandorp a partir del análisis de clasificación por especies. Prom.= Densidad promedio, E. e.= Error estándar, * = especies exclusivas (= 100%), negrilla= especies características (> 70% y <100%), especies generalistas (<70%). Periodo 27 de agosto a 15 de septiembre de 2001.

	Estación 7		Estación 14		Grupo A			Grupo B			Grupo C			Grupo D		
	Prom.	%	Prom.	%	Prom.	E.e.	%	Prom.	E.e.	%	Prom.	E.e.	%	Prom.	E.e.	%
L. tetraphylla			1,65	28,22	0,33	0,33	5,70				3,52	1,44	60,20	0,34	0,23	5,88
C. tetrastyla					6,97	4,49	63,84				3,19	3,05	29,23	0,76	0,29	6,93
A. hemistoma								1,05	0,05	1,78	51,15	34,72	86,79	6,74	1,71	11,43
S. cocometra								0,27	0,27	55,56	0,22	0,13	44,44			
P. triloba	5,00	96,15									0,20	0,20	3,85			
P. porpita *											0,20	0,20	100,00			
Clytia sp *								2,00	0,00	100,00						
Pegantha sp *											0,40	0,40	100,00			
S. bitentaculata *											1,54	0,53	100,00			
R. velatum *											0,20	0,20	100,00			



Las estaciones 7 y 14 se mostraron como aisladas, debido a que en la primera se registró el mayor número de individuos de *P. triloba* (5 ind/100m³) y en la segunda sólo dos de *L. tetraphylla*. La presencia de estas dos especies, más bien oceánicas holoplanctónicas, tal vez se debió al transporte de corrientes hacia esas estaciones costeras, que quizás les brindaban condiciones favorables en el momento de la captura.

En el grupo A se asociaron las estaciones oceánicas 77, 61 y 107, en especial por la presencia de *C. tetrastyla*, cuyo número fue más alto en la estación 77 (16 ind/100 m³) que en las otras dos (2 y 1 ind/100 m³, respectivamente). Lo anterior se atribuye a que esta especie es parcialmente oceánica, por lo cual es normal encontrarla en especial en esa zona, así como en la nerítica (Segura, 1984). La asociación entre las estaciones 3 y 111 en el grupo B puede explicarse porque fueron las únicas de este periodo estudio en las que se registró *Clytia* sp. Esto contrasta con la amplia distribución de este género en aguas oceánicas templadas al sur de Chile (Apablaza & Palma, 2003). Su presencia en el presente estudio puede deberse al transporte por corrientes.

En C se asociaron estaciones costeras, intermedias y oceánicas, en particular por la similitud entre las densidades de *A. hemistoma* y *L. tetraphylla*; sin embargo, cabe resaltar que en las estaciones 16 y 49 se registraron las densidades más altas de *A. hemistoma* (182 y 63 ind/100 m³, respectivamente), tal vez debido a mejores condiciones allí, y que la estación 65 se mostró más separada de las demás, por la mayor densidad de *C. tetrastyla* (15 ind/100 m³). Lo anterior, como ya se ha mencionado, permite ver la amplia distribución de dichas especies, las cuales, por sus características ecológicas pueden encontrarse, tanto en zonas costeras como oceánicas (Segura, 1984).

En D se agruparon estaciones costeras, intermedias y oceánicas, observándose una similitud muy alta entre las estaciones 33 y 93, ya que en ambas sólo se capturó *A. hemistoma* (8 ind/100 m³). En las demás estaciones la asociación estuvo relacionada con las densidades de *A. hemistoma*, *L. tetraphylla* y *C. tetrastyla*, que aparecieron en



gran parte de las estaciones muestreadas, corroborando lo ya mencionado sobre las características de estas especies.

El análisis de Kaandorp indicó la presencia de las especies exclusivas *Clytia* sp., *Pegantha* sp., *P. porpita*, *R. velatum* y *S. bitentaculata*, que son euríticas holoplanctónicas de amplia distribución nerítica y oceánica en latitudes templadas y cálidas (Segura, 1984; Pagès *et al.*, 1992; Alvaríño, 1978; Apablaza & Palma, 2006). En relación con esto, Cely & Chiquillo (1993) reportaron a *S. bitentaculata* y *R. velatum* como las especies más representativas en aguas costeras del OPC. Por otra parte, las dos únicas especies características en este periodo fueron *Pegantha triloba* en la estación aislada 7 y *A. hemistoma* en el grupo C. Con respecto al género *Pegantha* (Narcomedusae) se hubiera esperado mayor distribución, debido a que es holopelágico, por lo cual sus representantes pueden encontrarse en zonas costeras y oceánicas (Segura, 1984). Las especies generalistas *L. tetraphylla* y *C. tetrastyla* en A, C y D y *S. cocometra* en B y C, se distribuyeron de manera amplia en los grupos formados, posiblemente en respuesta a condiciones normales y favorables para su distribución.

03 a 22 de septiembre de 2002 (23 estaciones).

Para este periodo, a una similaridad entre el 40 y el 60% se observaron dos estaciones aisladas (29 y 1) y cuatro grupos, confirmados en el NMDS, así: A (similaridad 61%) conformado por tres estaciones oceánicas (109, 113 y 81) y tres costeras (7, 31 y 33); B (similaridad 75%), con la estación costera 10 y la oceánica 25; C (similaridad 55%) con cuatro estaciones oceánicas (77, 79, 75 y 107), una intermedia 49 y tres costeras (3, 14 y 16); y D (similaridad 60%) con dos estaciones costeras (5 y 12) y tres intermedias (27, 43 y 45) (Figura 62a y b).

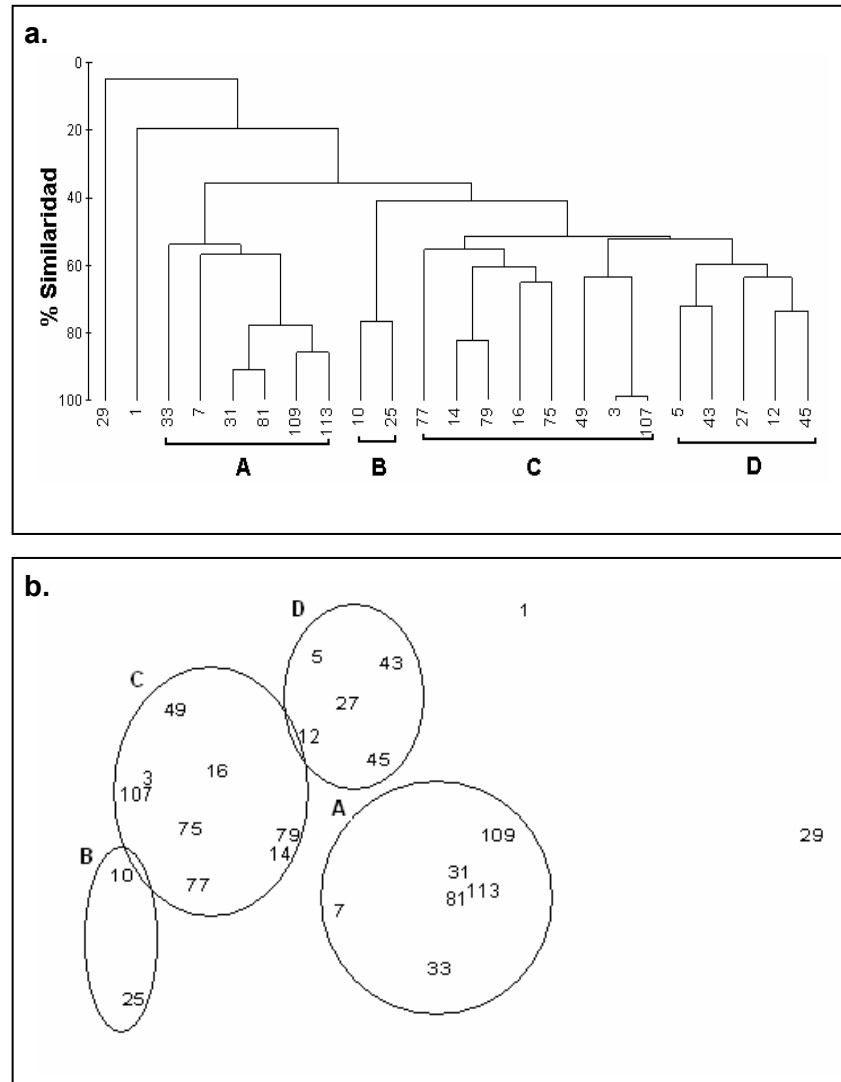


Figura 62. a. Dendrograma de clasificación (índice cofenético = 0,81) y b. NMDS (estrés = 0,15) entre las estaciones de estudio en el OPC, elaborados con las densidades de hidromedusas. Periodo 03 a 22 de septiembre de 2002.

El análisis inverso de Kaandorp mostró como especies exclusivas a *Cunina* sp. 2 y *Cunina* sp. 3 en el grupo C y a *Clytia* sp., en el grupo D. Las especies características *P. porpita*, *S. bitentaculata* y *R. velatum* se encontraron en B, D y A, respectivamente. La única especie generalista común entre los cuatro grupos fue *A. hemistoma*. Otras especies generalistas fueron: *S. cocometra* en B y C; *C. tetrastyla* en A, C y D; *L. tetraphylla* en A, C, D y en la estación aislada 1 y *P. triloba* en la estación aislada 29 y en los grupos A y D. (Tabla 8).



Tabla 8. Análisis inverso de Kaandorp a partir del análisis de clasificación por especies. Prom.= Densidad promedio, E. e.= Error estándar, * = especies exclusivas (= 100%), negrilla= especies características (> 70% y <100%), especies generalistas (<70%). Periodo 03 a 22 de septiembre de 2002.

	Estación 1		Estación 29		Grupo A			Grupo B			Grupo C			Grupo D		
	Prom.	%	Prom.	%	Prom.	E.e.	%	Prom.	E.e.	%	Prom.	E.e.	%	Prom.	E.e.	%
A. hemistoma					1,25	0,23	2,19	5,28	2,82	9,29	16,06	5,67	28,26	34,24	12,04	60,26
L. tetraphylla	1,95	29,03			0,84	0,20	4,09				0,68	0,32	3,28	8,87	3,29	42,90
C. tetrastyla					0,72	0,17	12,98				1,91	1,09	34,23	2,95	2,31	52,79
P. triloba			10,28	49,74	0,33	0,21	4,95							4,44	2,87	66,01
S. bitentaculata					0,50	0,22	11,23				0,83	0,55	18,56	3,13	1,74	70,21
S. coccometra								1,09	0,55	59,71	0,74	0,39	40,29			
P. porpita					0,13	0,13	15,79	0,68	0,14	84,21						
R. velatum					0,61	0,20	75,39							0,20	0,20	24,61
Clytia sp *														0,40	0,40	100,00
Cunina sp2 *											0,31	0,31	100,00			
Cunina sp3 *											0,41	0,31	100,00			



Las estaciones 29 y 1 se consideraron aisladas. En la primera, ubicada en el sector intermedio, la temperatura, salinidad y oxígeno disuelto tuvieron valores normales; sin embargo, aparecieron solo dos ejemplares de *P. triloba*, especie holopelágica (Segura, 1984), que posiblemente fue arrastrada a esa estación por corrientes marinas. En cuanto a la estación costera 1, allí se capturó *L. tetraphylla* (10 ind/100 m³) y se registró el valor de oxígeno disuelto más alto para todo el periodo, así como el segundo valor más alto de temperatura entre todas las estaciones. Tal vez esas condiciones le fueron favorables, pues es una especie eurítipica, por lo que soporta variaciones, especialmente de temperatura y salinidad, y tiene una distribución amplia Cely & Chiquillo (1993).

Se formaron cuatro grupos. A, con estaciones costeras, intermedias y oceánicas (33, 7, 31, 81, 109 y 113), donde aparecieron *C. tetrastyla*, *P. porpita*, *A. hemistoma*, *L. tetraphylla*, *R. velatum*, *S. bitentaculata* y *P. triloba*; se destaca la cercanía de las estaciones intermedia 31 y oceánica 81, donde se hallaron densidades similares de *C. tetrastyla*, *A. hemistoma*, *L. tetraphylla*, *R. velatum* y *S. bitentaculata*. Por otro lado, las estaciones oceánicas 109 y 113 estuvieron más asociadas, debido al mismo número de ejemplares de *A. hemistoma*, *L. tetraphylla* y *R. velatum*. Es de notar que la estación 113 tuvo la temperatura más baja y la salinidad más alta de todo el periodo.

La pareja de estaciones del grupo B (costera 10 e intermedia 25) se asoció por la presencia de *S. cocometra*, *P. porpita* y *A. hemistoma*, y por presentar un cuadro de variables abióticas con valores muy similares. En C se agruparon estaciones costeras, intermedias y oceánicas, principalmente por la similitud en las densidades de *C. tetrastyla*, *S. cocometra*, *A. hemistoma* y *L. tetraphylla*.

En D se asociaron estaciones costeras e intermedias, por la presencia de *C. tetrastyla*, *A. hemistoma* y *L. tetraphylla*, principalmente. Como ya se señaló, durante este periodo se registró un episodio El Niño de carácter moderado a débil en el OPC (Devis, 2003), el cual -de acuerdo con López *et al.* (2005)- aunque no fue detectado a nivel superficial, si pudo generar condiciones más favorables para las hidromedusas, razón por la cual fue el segundo periodo con mayor abundancia de estos cnidarios. En



el caso de *P. triloba*, aunque se distribuye ampliamente en todos los océanos, presenta núcleos de distribución errátil que coinciden con condiciones que le son favorables (Segura, 1984). Debido a que son euríticas, las demás especies se encontraron, tanto en zonas costeras como oceánicas.

En el análisis de Kaandorp, se puede observar la presencia de tres especies exclusivas, *Cunina* sp. 2 y *Cunina* sp. 3 para el grupo C, y *Clytia* sp. para el grupo D; dichas especies tuvieron una presencia muy esporádica durante este periodo, lo cual hace pensar en la posible influencia de corrientes que pudieron transportarlas en los momentos de la toma de las muestras. Las especies características fueron: *S. bitentaculata*, para D, *P. porpita* para B y *R. velatum* para A. Estos taxa son comunes y tienen un hábitat muy amplio, como es el caso de *S. bitentaculata*, la cual por su característica holoplanctónica y eurítica fue la que se encontró en mayor densidad (Alvariño, 1978). Las demás especies fueron consideradas generalistas, distribuidas en la mayoría de los grupos (A, B, C y D), con lo cual se corroboran sus características particulares, ya mencionadas, que les permiten tener un rango de distribución amplio.

01 a 21 de septiembre de 2003 (22 estaciones).

Se formaron cinco grupos a una similaridad del 0 al 60% y dos estaciones aisladas (5 y 45) en el análisis de similaridad y en el NMDS. En el dendrograma el grupo A (similaridad 90%) estuvo compuesto por las estaciones costeras 1 y 3; B (similaridad 75%) por las estaciones oceánicas 77 y 81; C (similaridad 60%) por dos estaciones oceánicas (113 y 79) dos intermedias (25 y 31) y dos costeras (12 y 14); D (similaridad 60%) por cinco estaciones intermedias (49, 27, 29, 47 y 43) y tres oceánicas (109, 107 y 75) y E (similaridad 50%) por dos estaciones costeras (10 y 16) (Figura 63a y b).

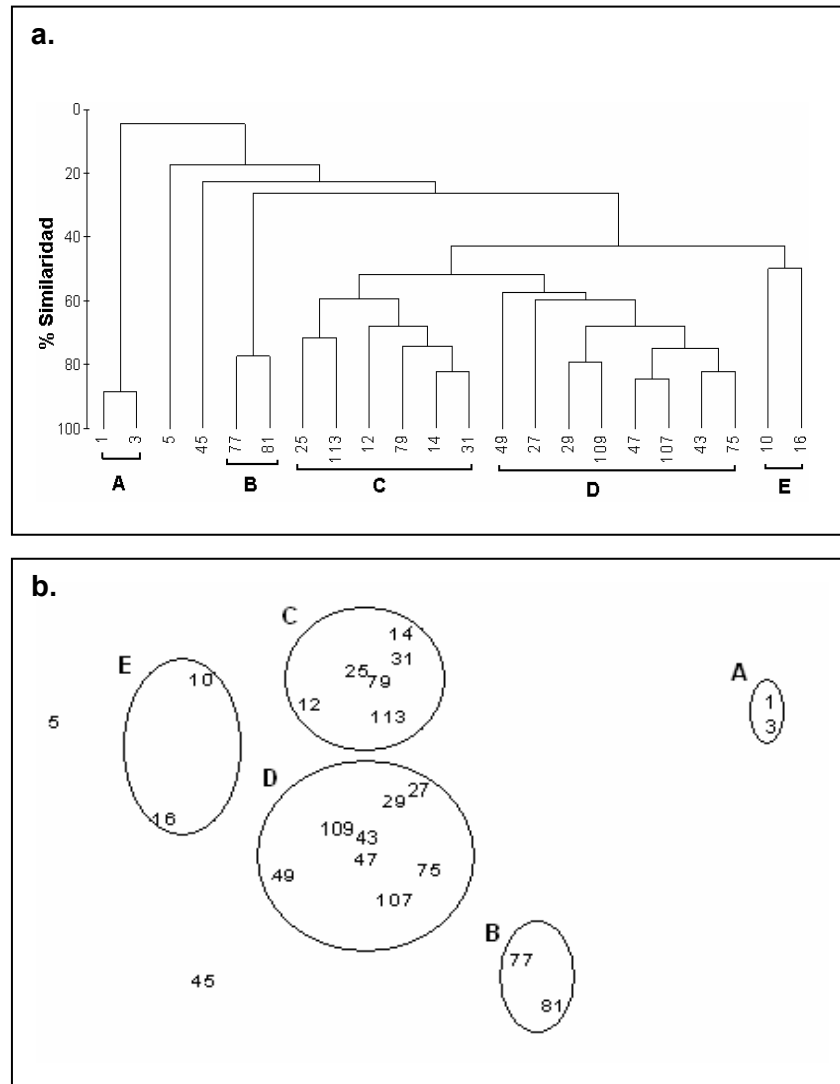


Figura 63. a. Dendrograma de clasificación (índice cofenético = 0,89) y b. NMDS (estrés = 0,12) entre las estaciones de estudio en el OPC, elaborados con las densidades de hidromedusas. Periodo 01 a 21 de septiembre de 2003.

Según el análisis inverso de Kaandorp, en este periodo las especies exclusivas fueron *R. velatum*, *Cunina* sp. 2, *Pegantha* sp. y *Eirene lactea*, Las tres primeras en el grupo C y la última en D. Las dos únicas especies características fueron *P. porpita* y *S. bitentaculata*, en A y C, respectivamente; *C. tetrastyla* y *S. cocometra* fueron generalistas comunes para C, D y E, así como en la estación aislada 5. *L. tetraphylla* fue generalista en la estación aislada 45 y en C, D y E. *A. hemistoma* fue generalista en B, C y D (Tabla 9).



Tabla 9. Análisis inverso de Kaandorp a partir del análisis de clasificación por especies. Prom.= Densidad promedio, E. e.= Error estándar, * = especies exclusivas (= 100%), negrilla= especies características (> 70% y <100%), especies generalistas (<70%). Periodo 01 a 21 de septiembre de 2003.

	Grupo A			Estación 5		Estación 45		Grupo B			Grupo C			Grupo D			Grupo E		
	Prom.	E.e.	%	Prom.	%	Prom.	%	Prom.	E.e.	%	Prom.	E.e.	%	Prom.	E.e.	%	Prom.	E.e.	%
C. tetrastyla				1,65	10,23						5,13	2,18	31,82	0,55	0,29	3,41	8,80	7,70	54,55
P. porpita	2,75	0,55	75,95								0,46	0,46	12,66	0,14	0,09	3,80	0,27	0,27	7,59
S. coccometra				1,10	68,75						0,09	0,09	5,73	0,14	0,09	8,59	0,27	0,27	17,19
L. tetraphylla						0,55	3,32				9,62	3,45	58,07	2,55	0,57	15,38	3,85	0,00	23,23
S. bitentaculata											2,47	0,61	72,00	0,14	0,14	4,00	0,82	0,82	24,00
A. hemistoma								1,37	0,27	5,93	14,02	2,76	60,53	7,77	2,58	33,53			
R. velatum											0,92	0,44	100,00						
E. lactea *														0,13	0,13	100,00			
Cunina sp2 *											1,47	1,26	100,00						
Pegantha sp *											0,18	0,18	100,00						



Las estaciones 5 y 45 resultaron como aisladas. En la 5 quizás porque sólo aparecieron *S. cocometra* y *C. tetrastyla* (Anthomedusae); allí se registró la salinidad más baja y la concentración de oxígeno disuelto más alta, características que, junto con su relativa cercanía a la costa, manifiestan condiciones propicias para la presencia de estas especies neríticas; sin embargo, *C. tetrastyla* tiende a desplazarse hacia aguas oceánicas a medida que se va desarrollando, por lo cual también puede ser parcialmente oceánica (Segura, 1984). En cuanto a la estación 45, única intermedia, sólo se presentó un individuo de *L. tetraphylla*, especie considerada epipelágica, con hábitat en aguas intermedias y oceánicas (Segura, 1984), lo cual concuerda con el área de captura y con las condiciones abióticas en esa estación.

A asoció las estaciones costeras 1 y 3, en particular por la presencia de la especie de distribución tropical y subtropical *P. porpita* (Segura, 1984). Cabe resaltar que la estación 3 de muestreo presentó la temperatura más alta en este periodo. B agrupó las estaciones oceánicas 77 y 81 por la captura de tres ejemplares de *A. hemistoma*; la estación 81 presentó la temperatura más baja de todo el periodo de muestreo, lo que se relaciona con la predilección de *A. hemistoma* por aguas con esa característica (Mendoza-Becerril, 2006). C congregó estaciones costeras, intermedias y oceánicas con condiciones abióticas relativamente variantes dentro de lo normal, que caracterizó este periodo de estudio. Lo anterior concuerda con la característica eurítipica de las especies registradas en este grupo: *C. tetrastyla*, *A. hemistoma* y *L. tetraphylla*, que fueron las más comunes y con cantidades importantes de individuos para la mayoría de las estaciones. Seguidamente se hallaron *S. bitentaculata*, *R. velatum*, *P. porpita*, *Cunina* sp. 2, *Pegantha* sp. y *S. cocometra* con densidades más bajas en menos estaciones.

D también incluyó estaciones costeras, intermedias y oceánicas con condiciones abióticas normales; *A. hemistoma* y *L. tetraphylla* fueron comunes en todas las estaciones con densidades importantes. Por otra parte, en menor cantidad y en menos estaciones se registraron las especies eurítipicas *S. cocometra*, *C. tetrastyla*, *P. porpita*, *S. bitentaculata* y *E. lactea*; esta última sólo apareció en la estación 27 (1 ind/100 m³). E asoció las estaciones costeras 10 y 16 por presentar la misma densidad



de *L. tetraphylla* (84 ind/100 m³), lo cual confirma su amplia distribución (Segura, 1984).

En el análisis de Kaandorp las especies holopelágicas *R. velatum*, *Cunina* sp. 2 y *Pegantha* sp. (Segura, 1984) fueron exclusivas en el grupo C. *R. velatum* es epipelágica de distribución amplia con predilección tropical y subtropical (Mendoza-Becerril, 2006), concordando con su aparición, en este estudio, desde estaciones cercanas a la costa hasta estaciones oceánicas, aunque su densidad no fue elevada. La presencia de *Cunina* sp. 2 y *Pegantha* sp., puede explicarse debido a que son holopelágicas, como ya se aclaró, por lo cual están influenciadas por la dinámica hidrológica; adicionalmente, aunque el género *Cunina* tiene especies de amplia distribución, generalmente se considera de aparición restringida y escasa (Segura, 1984).

Las especies características fueron *P. porpita* para el grupo A y *S. bitentaculata* para C; la primera es nerítica y pelágica (Segura, 1984; Pagès *et al.*, 1992). *S. bitentaculata* fue abundante y estuvo ampliamente distribuida durante el estudio que Cely & Chiquillo (1993) desarrollaron en aguas costeras del OPC. En comparación, en el presente trabajo se encontró en estaciones costeras y oceánicas, lo cual concuerda con el patrón observado por Palma & Apablaza (2004) en aguas chilenas, siendo más representativa en aguas oceánicas. Las demás especies fueron generalistas, mostrando una vez más su amplia distribución y propiedades euríticas, lo cual las hace menos vulnerables a las condiciones del medio.

18 de septiembre a 08 de octubre de 2004 (25 estaciones).

En este caso se obtuvieron cuatro grupos a un nivel de similaridad entre 20 y 60%. A estuvo conformado por tres estaciones intermedias (25, 29 y 49) y cuatro costeras (16, 7, 3 y 14); B, por una oceánica 113, una intermedia 47 y cuatro costeras (5, 12, 1 y 10); C, por cinco oceánicas (107, 81, 111, 79 y 77), cuatro intermedias (27, 43, 45 y 31) y una costera 33; y D, por dos oceánicas (75 y 109) y el menor porcentaje de similaridad. La ordenación, ratificó estos resultados mostrando, además, la baja similaridad entre las estaciones que conformaron el grupo D (Figura 64a y b).

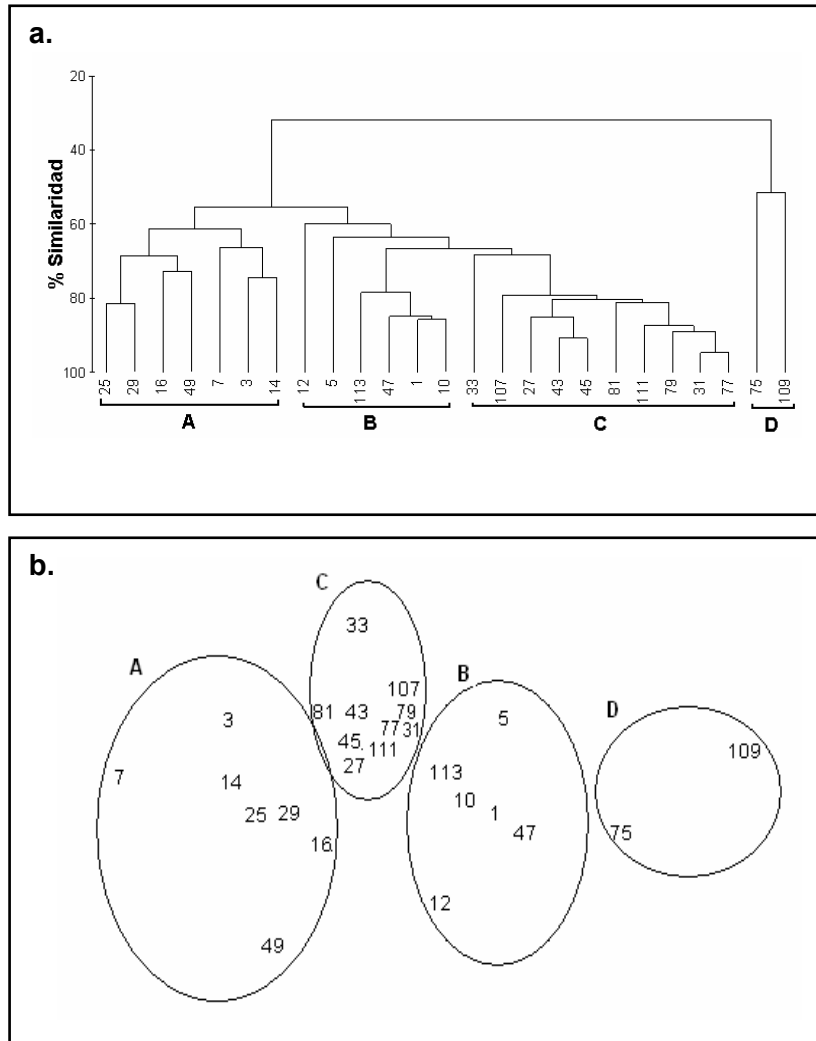


Figura 64. a. Dendrograma de clasificación (índice cofenético = 0,81) y b. NMDS (estrés = 0,13) entre las estaciones de estudio en el OPC, elaborados con las densidades de hidromedusas. Periodo 18 de septiembre a 08 de octubre de 2004.

Con el análisis de Kaandorp se obtuvo lo siguiente: Únicamente en el grupo A se encontraron dos especies exclusivas (*S. coccometra* y *P. triloba*) y tres características, las cuales también se registraron en C, *Cunina* sp. 3 y *S. bitentaculata*, en A y *P. porpita* en B. Las demás fueron generalistas, siendo *C. tetrastyla* y *A. hemistoma*, comunes para todos los grupos, *L. tetraphylla* común para A, B y C, y *R. velatum*, común para C y D (Tabla 10).



Tabla 10. Análisis inverso de Kaandorp a partir del análisis de clasificación por especies. Prom.= Densidad promedio, E. e.= Error estándar, * = especies exclusivas (= 100%), negrilla= especies características (> 70% y <100%), especies generalistas (<70%). Periodo 18 de septiembre a 08 de octubre de 2004.

	Grupo A			Grupo B			Grupo C			Grupo D		
	Prom.	E.e.	%	Prom.	E.e.	%	Prom.	E.e.	%	Prom.	E.e.	%
C. tetrastyla	6,87	2,54	31,79	9,03	6,78	41,77	5,38	1,99	24,90	0,33	0,33	1,53
A. hemistoma	80,89	28,53	48,54	33,54	8,49	20,13	48,87	15,04	29,33	3,33	1,31	2,00
L. tetraphylla	17,54	10,60	28,80	1,62	0,73	2,65	41,74	18,35	68,54			
P. porpita				0,52	0,35	89,82	0,06	0,06	10,18			
Cunina sp3	0,49	0,49	80,61				0,12	0,12	19,39			
S. bitentaculata	6,20	1,43	91,64				0,57	0,27	8,36			
R. velatum							0,24	0,17	42,16	0,33	0,33	57,84
S. cocometra *	11,22	4,70	100,00									
P. triloba *	0,43	0,43	100,00									



Para este período, en A se agruparon estaciones costeras e intermedias, en particular por la presencia de *S. cocometra*, presente en la mayoría de las estaciones. Lo anterior se acomoda, en parte, a lo expuesto por Segura (1984), quien afirma que esta especie es poco abundante y aparece esporádicamente en zonas cercanas a la costa, hecho también corroborado en el estudio de Cely & Chiquillo, (1993) quienes la reportaron en la zona costera del OPC. Las estaciones de B fueron costeras, intermedias y oceánicas, asociadas principalmente por *C. tetrastyla*, la cual, como ya se había mencionado, es parcialmente oceánica e influenciada por diversas condiciones hidrológicas (Segura, 1984).

C estuvo conformado por estaciones intermedias y oceánicas, excepto la costera 33, que, además, estuvo más separada de las demás, por la mayor densidad de *A. hemistoma*. Las estaciones restantes se agruparon por las densidades similares *C. tetrastyla*, *A. hemistoma* y *L. tetraphylla*; esto se fundamenta en lo reiterado sobre estas especies, *i. e.* amplia distribución y características que les permiten soportar temperaturas y salinidades variables, como es el caso de la estación 33 y zonas con aporte de agua dulce. En D se asociaron las estaciones oceánicas 75 y 109, debido a la baja densidad de *A. hemistoma* (5 y 2 ind/100 m³), tal vez transportada por corrientes.

En el análisis de Kaandorp, se pudo notar la presencia de dos especies exclusivas para el grupo A, *S. cocometra* y *P. triloba*, la última con sólo 3 ind/100 m³, en la estación 25. *Cunina* sp. 3 y *S. bitentaculata* fueron características para A y *P. porpita* para B. Las demás especies fueron generalistas, confirmando las características ya mencionadas. En este periodo la especie con mayor densidad y distribución uniforme fue *A. hemistoma*, la cual, según Mendoza-Becerril (2006), aunque tiene amplia distribución, habita en especial aguas con temperaturas entre 21 y 24°C. Lo anterior también se confirma en el estudio de Apablaza & Palma (2006), quienes reportaron mayores densidades en primavera, a temperaturas superficiales sobre 17°C. Esto es similar a lo observado en el OPC, ya que en el periodo 18 de septiembre a 08 de octubre de 2004, además de la mayor abundancia de hidromedusas, se dio el promedio más bajo de temperatura, sugiriendo mejores condiciones para su supervivencia.



Relación de las especies encontradas en las 16 estaciones comunes entre los cruceros 2001 a 2004.

En este análisis, a partir del dendrograma de similaridad de Bray-Curtis, se obtuvo una estación aislada (75) y seis grupos, así: A y B, con una estación intermedia y una oceánica (47 y 107, y 31 y 79, respectivamente); C, una estación nerítica (12) y dos oceánicas (77 y 111); D, estación intermedia 29 y costera 33; E, estación costera 14 y e intermedia 27; y F, estaciones costeras 3 y 16 e intermedias 25 y 49. Los valores de similaridad fueron relativamente altos, ya que los grupos se conformaron a niveles de similaridad entre 50 y 80%. El análisis de ordenación mostró resultados análogos a los obtenidos en el análisis de clasificación (Figura 65a y b).

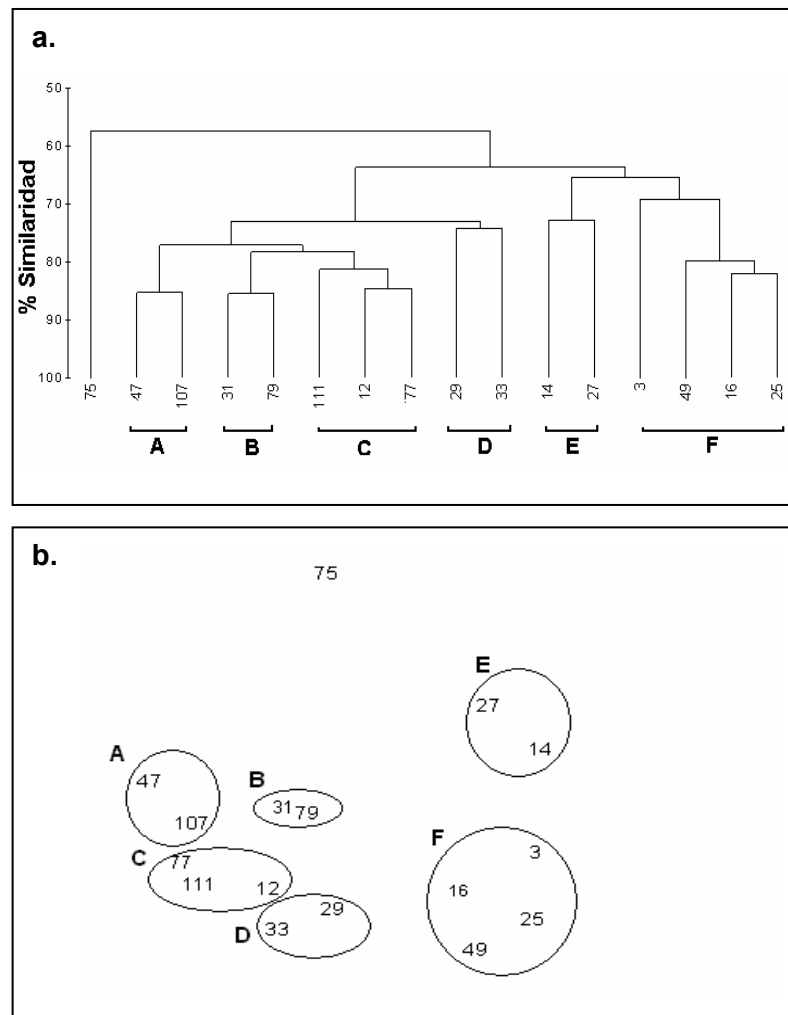


Figura 65. a. Dendrograma de clasificación (índice cofenético = 0,84) y b. NMDS (estrés = 0,14) de las 16 estaciones comunes entre los cinco periodos de muestreo en el OPC, elaborados con las densidades de hidromedusas.



En el análisis inverso fueron especies exclusivas *Aequorea* sp. 2, *Eirene lactea* e *Eirene* sp. en E y *Aequorea* sp. 1 y *Pegantha* sp. en F. Las dos únicas especies características fueron *P. triloba* en E y *Cunina* sp. 2, en F. Las demás fueron generalistas: *C. tetrastyla*, *A. hemistoma* y *L. tetraphylla* comunes en todos los grupos y la estación 75; *S. cocometra* común en D a F, y estación 75; *S. bitentaculata* común en B a F y estación 75; *P. porpita* apareció en esta estación y en E y F; *R. velatum* en la estación 75 y en todos los grupos, excepto en D; *Cunina* sp.3 fue común en B y E, y en la estación 75; *Clytia* sp. se encontró en C y F (Tabla 11).



Tabla 11. Análisis inverso de Kaandorp a partir del análisis de clasificación por especies para las 16 estaciones comunes entre los cinco periodos de muestreo. Prom.= Densidad promedio, E. e.= Error estándar, * = especies exclusivas (= 100%), negrilla= especies características (> 70% y <100%), especies generalistas (<70%).

	Estación 75		Grupo A			Grupo B			Grupo C			Grupo D			Grupo E			Grupo F		
	Prom.	%	Prom.	E.e.	%	Prom.	E.e.	%	Prom.	E.e.	%	Prom.	E.e.	%	Prom.	E.e.	%	Prom.	E.e.	%
C. tetrastyla	0,66	0,80	3,38	0,63	4,10	10,93	2,73	13,25	32,47	9,89	39,37	14,68	5,43	17,81	13,26	11,48	16,08	7,08	0,41	8,59
S. cocometra	2,00	6,84										3,50	3,50	11,97	4,50	2,50	15,38	19,25	6,65	65,81
S. bitentaculata	0,55	2,38				1,90	0,90	8,24	1,47	1,47	6,36	0,50	0,50	2,17	9,25	3,07	40,07	9,41	2,59	40,78
A. hemistoma	17,96	2,96	49,80	6,66	8,21	52,75	8,72	8,70	69,22	19,79	11,41	167,45	43,88	27,61	43,52	14,82	7,17	205,87	68,72	33,94
L. tetraphylla	3,82	1,57	14,80	8,75	6,06	32,50	1,45	13,31	17,50	1,52	7,17	111,46	99,74	45,66	34,23	4,41	14,02	29,80	16,87	12,21
P. porpita	1,00	25,00													2,00	1,00	50,00	1,00	0,58	25,00
R. velatum	0,66	9,36	0,27	0,27	3,88	3,81	0,61	53,76	0,55	0,55	7,77				1,10	1,10	15,53	0,69	0,69	9,71
Cunina sp3	2,00	44,44				0,50	0,50	11,11							2,00	1,00	44,44			
P. triloba						0,50	0,50	4,35				1,50	0,50	13,04	9,50	4,50	82,61			
Aequorea sp1 *																		0,25	0,25	100,00
Aequorea sp2 *															0,50	0,50	100,00			
Clytia sp									0,67	0,67	57,14							0,50	0,50	42,86
E. lactea *															0,50	0,50	100,00			
Eirene sp *															1,00	1,00	100,00			
Cunina sp2						0,50	0,50	16,67										2,50	1,89	83,33
Pegantha sp *																		0,50	0,50	100,00



Al comparar las 16 estaciones comunes entre los cinco cruceros, se observó que en A, B y C se reunieron estaciones costeras, intermedias y oceánicas, en particular, por la similitud en las densidades de *C. tetrastyla*, *A. hemistoma* y *L. tetraphylla*. Las estaciones de D se asociaron principalmente por la similitud entre *A. hemistoma* y por la muy baja densidad de *P. triloba*. En E, las estaciones 14 y 27 se asociaron debido a las especies comunes *C. tetrastyla*, *S. cocometra*, *P. porpita*, *A. hemistoma*, *L. tetraphylla* y *P. triloba* y a su semejanza numérica. En F fueron similares estaciones costeras e intermedias, sobre todo por las densidades de *S. cocometra* y *C. tetrastyla*. La estación 75 se mostró como aislada, debido a los valores más bajos de *A. hemistoma* y *L. tetraphylla* (18 y 4 ind/100 m³, respectivamente).

En el análisis de Kaandorp se observaron las especies exclusivas *Aequorea* sp. 1 y *Aequorea* sp. 2 para los grupos F y E, respectivamente; *Eirene lactea* e *Eirene* sp., para E; y *Pegantha* sp. para F; así como dos especies características, *P. triloba* en E y *Cunina* sp. 2 en F. Las especies restantes fueron generalistas (*C. tetrastyla*, *S. cocometra*, *S. bitentaculata*, *A. hemistoma*, *L. tetraphylla*, *P. porpita* y *R. velatum*), distribuidas en la mayoría de los grupos.

Los anteriores resultados sintetizan, de cierto modo, lo expuesto en los análisis de cada uno de los periodos, donde se observó la dominancia de *A. hemistoma*, *L. tetraphylla* y *C. tetrastyla*, las cuales por sus características de especies cosmopolitas, euríticas y de amplia distribución (Segura, 1984), hicieron que se agruparan las estaciones.

Se estima que, el que no se haya observado continuidad en la tipología de especies exclusivas, características o generalistas a lo largo de los cinco periodos de estudio, refleja la complejidad oceanográfica del OPC y se hace hincapié en que, además de las variables abióticas y bióticas consideradas, es muy probable que otras influyan la comunidad de hidromedusas, en especial la dinámica hidrológica, que incluye corrientes superficiales, frentes, remolinos, convergencias, divergencias y surgencias, comunes en el OPC (CCCP, 2002), y que -como es bien conocido- definen en gran medida la distribución del plancton en general (López, 1997; Wiebe, 1991; Kingsford, 1995).



3.3.5 Medidas de diversidad.

23 de junio a 12 de julio de 2001.

La estación con mayor número de especies ($S=6$) fue la 109. La diversidad más baja ($H'=0,53$) se registró en la estación 24 y la más alta ($H'=1,29$) en la 47. La uniformidad más baja en la estación 25 ($J'=0,53$) y la más alta en las estaciones 27 y 48 ($J=1,00$). El valor más bajo de predominio en la estación 25 ($1-\text{Lambda}=0,35$) y el más alto en la 27 ($J'=0,95$) (Anexo I).

27 de agosto a 15 de septiembre de 2001.

La estación que presentó mayor número de especies ($S=6$) fue la 65. La diversidad más baja ($H'=0,10$) se registró en la estación 16 y la más alta ($H'=1,25$) en la 25. La uniformidad más baja se presentó en la 16 ($J'=0,09$) y la más alta en la 111 ($J'=0,94$). El predominio más bajo en la 16 ($1-\text{Lambda}=0,04$) y el más alto el en la 49 ($J'=0,92$) (Anexo J).

03 a 22 de septiembre de 2002.

En la estación 31 se registró el mayor número de especies (6). La diversidad más baja ($H'=0,27$) se obtuvo en la estación 49 y la más alta ($H'=1,39$) en la 33. La uniformidad más baja en la estación 10 ($J'=0,40$) y la más alta en las estaciones 33, 81 y 113 ($J'=1,00$). El valor más bajo de predominio fue el de la estación 49 ($1-\text{Lambda}=0,14$) y el más alto en las estaciones 31 y 81 ($J'=1,01$) (Anexo K).

01 a 21 de septiembre de 2003.

Las estaciones con mayor número de especies ($S=6$) fueron la 14, 25 y 79. La diversidad más baja ($H'=0,48$) se registró en la estación 109 y la más alta ($H'=1,48$) en la 14. La uniformidad más baja en la estación 109 ($J'=0,43$) y la más alta en la 47



($J' = 0,98$). El predominio más bajo en la estación 107 ($1-\text{Lambda} = 0,20$) y el más alto en la estación 49 ($J' = 0,77$) (Anexo L).

18 de septiembre a 08 de octubre de 2004.

Las estaciones con número de especies más alto ($S = 6$) fueron la 14, 25 y 27. La diversidad más baja ($H' = 0,32$) se obtuvo en la estación 1 y la más alta ($H' = 1,64$) en la 14. La uniformidad más baja en la 47 ($J' = 0,16$) y la más alta en la 33 ($J' = 1,00$). El predominio más bajo en la 1 ($1-\text{Lambda} = 0,20$) y el más alto en la 14 ($J' = 0,80$) (Anexo M).

Relación entre los periodos de estudio considerando el total de estaciones.

Comparando la suma total de las densidades por especie para cada época de muestreo, en el periodo 23 de junio a 12 de julio de 2001 se registró el mayor número de especies ($S = 13$). La diversidad más alta ($H' = 1,65$) se obtuvo en el periodo 23 de junio a 12 de julio de 2001 y la más baja ($H' = 0,87$) del 27 de agosto al 15 de septiembre del mismo año. La uniformidad más baja tuvo lugar en el periodo 27 de agosto a 15 de septiembre de 2001 ($J' = 0,38$) y la más alta del 01 al 21 de septiembre de 2003 ($J' = 0,66$). El predominio más bajo se dio del 27 de agosto al 15 de septiembre de 2001 ($1-\text{Lambda} = 0,38$) y el más alto en del 23 de junio a 12 de julio del mismo año ($J' = 0,75$) (Anexo N).

Relación entre los periodos de estudio considerando las 16 estaciones comunes.

Teniendo en cuenta las 16 estaciones comunes entre los cinco periodos de muestreo, se obtuvo que las estaciones 14 y 27 alcanzaron el número de especies más alto ($S = 10$). La diversidad más baja ($H' = 0,45$) se registró en la estación 16 y la más alta ($H' = 1,85$) en la 14. La uniformidad más baja en la 16 ($J' = 0,25$) y la más alta en la 77 ($J' = 0,98$). El predominio más bajo en la 16 ($1-\text{Lambda} = 0,18$) y el más alto en la 14 ($J' = 0,81$) (Anexo O).



De acuerdo con Margalef, (1989 En: Cely & Chiquillo, 1993), cuando el cálculo de los valores de la diversidad en las poblaciones zooplanctónicas se basa en uno o pocos grupos y no en la totalidad de las poblaciones, varía entre 3,5 y 4,5. Teniendo en cuenta lo anterior, los cinco periodos de estudio, en general, se caracterizaron por su baja riqueza, abundancia y diversidad. Al compararlos entre sí, la mayor diversidad y riqueza se registró en el periodo 23 de junio a 12 de julio de 2001 ($H' = 1,65$ y $S = 13$); no obstante, fue el que presentó la menor abundancia total de hidromedusas ($293 \text{ ind}/100 \text{ m}^3$) y en cinco de las 30 estaciones muestreadas no se registró ningún individuo; la máxima riqueza fue de 6 especies de los órdenes Narcomedusae y Trachymedusae en la estación oceánica 109; la diversidad varió entre 0,00 y 1,38, la uniformidad entre 0,67 y 1,00, y el predominio entre 0,00 y 0,95. Cinco de las estaciones solo presentaron una especie, por lo cual ni la uniformidad ni el predominio pudieron ser calculados allí, pero en las estaciones con más de una especie la uniformidad fue alta. Para el periodo 27 de agosto a 15 de septiembre de 2001 la estación con la riqueza y diversidad más alta fue la 65.

En 2001, donde se tuvo la posibilidad de comparar dos periodos, se observó que en el primero (23 de junio a 12 de julio), tanto la riqueza como la diversidad, uniformidad y predominio fueron mayores que en el segundo (27 de agosto a 15 de septiembre de 2001) ($S = 13$ vs. $S = 10$; $H' = 1,65$ vs. $H' = 0,87$; $J' = 0,64$ vs. $J' = 0,38$ y $1 - \text{Lambda} = 0,75$ vs. $1 - \text{Lambda} = 0,38$); sin embargo, al comparar los cinco cruceros entre sí, pudo observarse que los valores correspondientes a los periodos de 03 a 22 de septiembre de 2002 y 01 a 21 de septiembre de 2003 también fueron altos ($S = 11$, $H' = 1,25$; $S = 11$, $H' = 1,59$).

De acuerdo con (Suárez *et al.*, 1999; Larson, 1982 En: Domínguez, 2002), es normal que las poblaciones planctónicas de cnidarios estén dominadas por pocas especies, las cuales son comunes y se encuentran ampliamente distribuidas, por lo cual influyen de manera importante en las características de la comunidad, en general. En efecto, se pudo observar que las especies dominantes en todos los periodos fueron *A. hemistoma*, *L. tetraphylla* y *C. tetrastyla*, ya que como se ha mencionado, son cosmopolitas y tolerantes a cambios de temperatura y salinidad, por lo cual se encuentran ampliamente distribuidas (Segura, 1984).



Los valores de riqueza obtenidos en este estudio fueron más altos que el de Palma & Apablaza (2004) ($S = 17$) y más bajos que el de Apablaza & Palma (2003) ($S = 23$) para el Pacífico chileno; también fueron más bajos que el de Cely y Chiquillo (1993) para el OPC ($S = 22$) al igual que la diversidad ($H' > 1,46$ vs. $H' > 1,65$). Con respecto a esto, es oportuno anotar que las especies encontradas en los cinco periodos son cosmopolitas y de amplia distribución a lo largo del Pacífico (Segura, 1984).

De acuerdo con Alvariño (1999), en las comunidades de hidromedusas siempre existen especies abundantes y de presencia continua, hecho que se corroboró en el presente estudio con las representantes holoplanctónicas *A. hemistoma* y *L. tetraphylla*. Relacionado con esto, recuérdese que López *et al.* (2005) atribuyeron las mayores abundancias de hidromedusas durante los periodos 03 a 22 de septiembre de 2002 y, sobre todo, 18 de septiembre a 08 de octubre de 2004, a las mejores condiciones, que incluyeron gran oferta de alimento. No obstante, en el último, aunque dominaron las tres especies citadas, fue el de menor riqueza.

Las especies registradas por primera vez o de presencia esporádica (*Eirene lactea*, *Porpita porpita* y *Pegantha triloba*, por ejemplo), deben estudiarse más cuidadosamente, ya que podrían haber sido transportadas desde otras zonas del Pacífico por la acción de corrientes o no haber sido observadas por otras causas. Con respecto a lo segundo, Alvariño, (1999), afirma que tales registros pueden corresponder a especies meroplanctónicas o de distribución temporal en el plancton, lo cual hace que su distribución sea irregular y errática en tiempo y espacio.

Con respecto a la uniformidad, los valores totales por periodo fueron altos (0,38 – 0,66) (Anexo N), lo cual se explica, en parte, por la abundancia de las especies dominantes (*A. hemistoma*, *L. tetraphylla* y *C. tetrastyla*), si se tiene en cuenta que la distribución uniforme del plancton gelatinoso está relacionada con su alta adaptabilidad (Gili *et al.*, 1988 En: Suárez *et al.*, 1999).



4. CONCLUSIONES

- * Los registros superficiales de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y clorofila *a* en los cinco periodos estudiados, correspondieron a condiciones normales y se encuentran dentro de los rangos preestablecidos para el OPC. No obstante, por tratarse de datos superficiales, en el periodo 03-22.Sep.02 no se detectó El Niño moderado-débil que se desarrollaba por esa época.
- * La distribución espacial superficial de la temperatura y la salinidad manifestó el patrón general de condiciones normales en el OPC, caracterizado por un gradiente en que la temperatura disminuye de las aguas costeras hacia las oceánicas, mientras que con la salinidad ocurre lo contrario.
- * La comunidad de hidromedusas no presentó un patrón de distribución espacial definido, en ninguno de los aspectos analizados (abundancia, composición y diversidad). Se cree que esto responde a la conocida distribución general heterogénea del zooplancton debida a múltiples factores, *e. g.* disponibilidad de alimento, dinámica hidrológica y migraciones circadianas, principalmente.
- * Que no se haya observado una secuencia clara en la aparición de especies exclusivas, características o generalistas, a lo largo de los cinco periodos de estudio, y que la similaridad entre las estaciones se explique por los valores de las variables abióticas o bióticas consideradas, más que por su ubicación (costeras, intermedias u oceánicas) o por la hora de los registros, refleja la complejidad oceanográfica del OPC y contribuye a fundamentar el punto anterior.
- * Aunque se obtuvieron algunas correlaciones estadísticas entre la comunidad de hidromedusas y la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, día: noche, biomasa de mesozooplancton y clorofila *a*, no fue posible determinar su influencia directa o indirecta sobre la distribución espacial y temporal de las hidromedusas, debido a la variabilidad propia del plancton y a que los datos obtenidos son insuficientes para poder establecer tal influencia.



- * Las mayores abundancias de hidromedusas en los periodos 03 a 22 de septiembre de 2002 y 18 de septiembre a 08 de octubre de 2004, posiblemente se debieron a mejores condiciones y a la mayor disponibilidad de alimento, lo que favoreció el mejor desarrollo de la comunidad.
- * Se identificaron hidromedusas pertenecientes a cuatro órdenes, 12 familias, 13 géneros y 18 especies, señalando una baja riqueza y diversidad general con respecto a otros trabajos realizados en el OPC y en el Pacífico Tropical en general, aunque el número de especies consolidado de especies en el OPC asciende a 25.
- * Se destacaron *A. hemistoma*, *L. tetraphylla* y *C. tetrastyla* por su predominancia a lo largo del estudio, considerándose, por lo tanto, como euritípicas del OPC, aunque esto sólo explica, en parte, el cuadro general de especies exclusivas, características o generalistas.
- * La variación de los índices de diversidad, por periodo de estudio, puede reforzar las explicaciones de la gran heterogeneidad en las comunidades del zooplancton en el OPC, relacionada con la complejidad de factores que intervienen en su distribución y abundancia, y que no han sido estudiados en su totalidad.
- * Las especies *Eirene lactea*, *Pegantha triloba* y *Porpita porpita*, fueron registradas por primera vez para el OPC, posiblemente debido al transporte por corrientes y/o a condiciones específicas no esclarecidas, que favorecieron su presencia en algunos puntos.
- * Lo más probable es que las diferencias entre los promedios de abundancia de hidromedusas día: noche se deban a la migración nocturna que muchas especies realizan hacia la superficie; sin embargo, considerando que no todas migran, no puede asegurarse que la luz sea el único factor influyente en tal desplazamiento.



5. RECOMENDACIONES

Es necesario realizar estudios en los que se incluyan, además de las variables consideradas en ésta investigación, otras como dirección de vientos, régimen de corrientes, nutrientes y transparencia, las cuales también pueden ser factores influyentes en el comportamiento de la comunidad de hidromedusas.

Es preciso estudiar de forma más detallada el perfil ecológico de cada una de las especies que componen la comunidad de hidromedusas; así, se podría dilucidar de forma más clara la influencia de las variables consideradas en el presente estudio sobre estos organismos.

Teniendo en cuenta que las hidromedusas no son una comunidad exclusiva de la superficie, es conveniente realizar estudios en los que se incluyan muestreos a diferentes profundidades con el fin de poder establecer los patrones de migración vertical nictimeral de la comunidad.

Es recomendable realizar muestreos, ojala más prolongados, en diferentes épocas del año, para poder determinar, no sólo el impacto de eventos cálidos y fríos anómalos sobre la comunidad de hidromedusas y el zooplancton en general, sino también para conocer en profundidad la dinámica ecológica de estos organismos.



BIBLIOGRAFÍA

ÁLVAREZ, A.; HERNÁNDEZ, E & TINORÉ, J. On the effect of small – scale oceanic variability on topography- generated currents. En: Geophysical Research Letters. 27 (6) (2000) p. 739-742.

ÁLVAREZ, A.; HERNÁNDEZ, E & TINORÉ, J. On the topographic rectification of ocean fluctuations. En: Descalzi, Martinez, & Tirapegui. (Eds.). Inestabilities and Nonequilibrium Structures VII & VIII, Kluwer academia. 2004. p. 133-139.

ALVARIÑO, A. El zooplancton del Pacífico colombiano y las Pesquerías. En: Vegas, M. & Rojas, R. (Eds). Mem. I Sem. Ocean. Pac. Sudam., Cali (1978); 206-271 p.

ALVARIÑO, A. 1985. Predation in the plankton realm; mainly with reference to fish larva. En: Investigaciones Marinas CIMAR. 2(1) (1985); p1-122.

ALVARIÑO, A. Hidromedusas: abundancia batimétrica diurna-nocturna y estacional en aguas de California y Baja California, y estudio de las especies en el Pacífico oriental y otras regiones. En: Revista de Biología Marina y Oceanografía. Vol. 34, No.1 (1999); p. 1-90.

APABLAZA, P. & PALMA, S. Hidromedusas de los canales australes colectadas entre la Boca del Guafo y Canal Pulluche. En: Libro de Resúmenes: Taller sobre los Resultados del Crucero CIMAR 8 Fiordos. Valparaíso: 2003. p. 139–145.

APABLAZA, P. & PALMA, S. Efecto de la zona de mínimo oxígeno sobre la migración vertical de zooplancton gelatinoso en la bahía de Mejillones. Investigaciones Marinas. Valparaíso. 34 (2006); p. 81-95.

BALDRICH, A. & LÓPEZ, R. Hidromedusas: primera aproximación a su ecología en el Pacífico de Colombia. XII Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar (COLACMAR). Brasil: 2007.



BENOVIĆ, A. & BENDER, A. Seasonal distribution of medusae in the Adriatic Sea. In Bouillon, J., Boero, F., Cicogna, F. and Cornelius, P. (Eds.). *Modern Trends in the Systematics, Ecology and Evolution of Hydroids and Hydromedusae*. Oxford University Press. Oxford. 1987. p. 117–131.

BENOVIĆ, A.; LUČIĆ, D. & ONOFORI, V. Does change in an Adriatic hydromedusan fauna indicate an early phase of marine ecosystem destruction? En: *Marine Ecology*. 21(2000); p. 221–231.

BENOVIĆ, A.; LUČIĆ, D.; ONOFORI, V.; BATISTIĆ, M. & NJIRE, J. Bathymetric distribution of medusae in the open waters of the middle and south Adriatic Sea during spring 2002. En: *Journal of Plankton Research*. 27(1)(2005); p. 79-89.

BOLTOVSKOY, D. Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Argentina: Publicación especial del INIDEP, 1981. p. 443-451.

BOUILLON, J. *Hydromedusae*. En: Boltovskoy, D. (Ed.). *South Atlantic Zooplankton*. (I) (1999); p.385-465.

BRAUN, M.; ORTÍZ, J.; PINTO, E.; DE LA CUADRA, T.; ZAMBRANO, E.; FLÓRES, R.; GRANADOS, C.; PIZARRO, L.; MUNAYLA, U. Comportamiento meteorológico y oceanográfico en el Pacífico Sudeste, Sep-Oct.04. Comisión Permanente del Pacífico Sur. Informe final séptimo crucero regional conjunto ERFEN. Guayaquil. 2005. 49p

CAF (Corporación Andina de Fomento). El Fenómeno El Niño 1997-1998 Memoria, retos y soluciones: Colombia. Bogotá. Vol. 3 (2000); 242p.

CABRERA, E. Estudio del comportamiento de la capa de mezcla en un área del Pacífico colombiano y su comparación con un modelo numérico unidimensional. En: *Bol. Cient. CIOH*. No.12 (1992); p. 3-12.

CANCHÉ, E. & CASTELLANOS, I. Medusas (Cnidaria) de la Bahía de la ascensión , Quintana Roo En: *Hidrobiológica*. 1(15) (2005); p. 65-72.



CANTERA, J. Oceanografía En: LEYVA, P. Colombia Pacífico. Bogotá: Fondo para la Protección del Medio Ambiente "José Celestino Mutis", 1993. p. 12-23.

CELY, H. & CHIQUILLO, J. Quetognatos, sifonóforos e hidromedusas de la región costera del Pacífico colombiano. Santa Fe de Bogotá, 1993, 120p. Trabajo de Grado (Biólogo Marino) Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad De Biología Marina.

CIFUENTES, L.; TORRES, P & FRÍAS, M. El océano y sus recursos: Plancton. Fondo de Cultura Económica. México. 5(2003); 168 p.

CCCP (Centro Control de Contaminación del Pacífico). Compilación oceanográfica de la Cuenca Pacífica colombiana. Centro Control de Contaminación del Pacífico, Tumaco, 2002.109p.

CLESCERI, L.; GREENBERG, A. & ANDREW, D. 2001. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. En: Eaton (Eds.). American Public Health Association, American Water Works Association y Water Environment Federation Pubs. Washington, D. C. 2001. 1325 p.

CONDON, R.; DECKER, B. & PURCELL, J. Effects of low dissolved oxygen on survival and asexual reproduction of scyphozoan polyps (*Chrysaora quinquecirrha*) En: *Hydrobiologia* 451(2001); p. 89-95.

CPPS (Comisión Permanente del Pacífico Sur). Quinto crucero regional conjunto de investigación oceanográfica en el pacífico sudeste. Comportamiento meteorológico y oceanográfico en el pacífico sudeste durante septiembre – octubre de 2002. Informe final. Guayaquil, 2003. 45p.

CPPS (Comisión Permanente del Pacífico Sur) & SHOA (Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada). XVIII Reunión del comité científico regional del programa ERFEN (Protocolo sobre el programa para el Estudio Regional del Fenómeno el Niño en el Pacífico sudeste - ERFEN). Informe preliminar del crucero nacional oceanográfico de Colombia. Valparaíso, 2005. 14p.



CRISCI, J. & LÓPEZ, M. Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. Monografía n° 26, serie de biología. Secretaria general de la OEA. Washington, 1983. 132p.

DEVIS, A. Evolución del evento El Niño 2002-2003 y efectos sobre la cuenca del Pacífico colombiano y la bahía de Tumaco. En: Bol. Cient. CCCP. No. 10 (2003) p. 15-30.

DNPAD (Dirección Nacional para la Prevención y Atención de Desastres). Plan nacional para la prevención y contingencia para el manejo de los efectos del evento del pacífico. Santa Fe de Bogotá. Informe Ministerio del Interior, 1998. 124p.

DOMÍNGUEZ, H. Hidromedusas y sifonóforos (Cnidaria: Hydrozoa) de las aguas superficiales de la bahía de Gaira, Caribe colombiano: Taxonomía, abundancia y relación con la oferta alimenticia. Santa Marta, 2002, 191p. Trabajo de Grado (Biólogo Marino) Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad De Biología Marina.

ESCARRIA, E.; BELTRÁN, B.; GIRALDO, A. & ORTÍZ, J. Composición, distribución y abundancia del ictioplancton en la Cuenca del Océano Pacífico Colombiano durante septiembre de 2003. En: Bol. Cient. CCCP. 12 (2005); p. 23-35.

ESCOBAR, L. El Pacífico colombiano puerta hacia la cuenca del Pacífico: Apuntes para la formulación de un plan de acción. Santa Fe de Bogotá, 2005, 52p. Monografía de Grado (Relaciones Internacionales) Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Relaciones Internacionales.

ESCOBAR, N. Variación del ictioplancton en la Cuenca del Pacífico Colombiano durante los periodos 23.jun.-12.jul.01, 27.ago.-15.sep.01 y 03-22.sep.02. Estudio Regional del Fenómeno El Niño (ERFEN). Santa Fe de Bogotá, 2004, 88p. Trabajo de grado (Biólogo). Universidad Militar "Nueva Granada". Facultad de Ciencias.

FERNÁNDEZ, A. & FÄRBER, J. Zooplankton and the oceanography of the eastern tropical Pacific: a review. En: Progress in Oceanography. 69(2006); p. 318-359.



FLÓRES, C. & ZAVALA, F. Nota técnica un nuevo sistema para muestreo simultáneo de zooplancton en varios niveles, para aguas someras. En: Anales Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. Vol. 1-2, No. 21(1994); p.1-153

FONSECA, A. Polichaeta y Chaetognatha del Pacífico colombiano. Cruceros oceanográficos. Pacífico XXIX-ERFEN XXVII/ mayo 98; Pacífico XXX-ERFEN XXVIII-octubre y Pacífico XXXI- EFRÉN XXIX/ mayo 99. Santa Fe de Bogotá, 2000, 186p. Trabajo de Grado (Biólogo Marino) Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad De Biología Marina.

FORSBERGH, E. Algunas características de las variables meteorológicas, hidrográficas y biológicas en el Golfo de Panamá. Com. Int. Atún Trop. Vol. 7, No. 1(1963); p. 55-91.

FRANCO, C.; GODÍNEZ, E.; FILONOV, A.; TERESHCHENKO, E. & FREIRE, J. Plankton biomass and larval fish abundance prior to and during the El Niño period of 1997-1998 along the central Pacific coast of Mexico. Progress in Oceanography. 63 (2004); p. 99-23.

FÚQUEN, Y. Taxonomía y distribución de hidromedusas capturadas durante el 03 al 22 septiembre de 2002. Estudio Regional del Fenómeno El Niño (ERFEN) en el Océano Pacífico Colombiano. Bogotá, 2003, 15p. Proyecto de Iniciación Científica. Universidad Militar "Nueva Granada". Programa de Biología Aplicada. Facultad de Ciencias.

GARCÍA, X. Los quetognatos de aguas superficiales del Pacífico colombiano y su relación con algunas variables abióticas generadas por eventos climáticos El Niño y La Niña. Santa Fe de Bogotá, 2003, 192p. Trabajo de Grado (Biólogo Marino) Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad De Biología Marina.

GUILLÉN, O. 1983. Condiciones oceanográficas y sus fluctuaciones en el Pacífico Sur Oriental. Instituto del Mar del Perú En: Sharp, G & Csirke, J. (Eds.). Actas de la consulta de expertos para examinar los cambios en la abundancia y composición por especies de recursos de peces neríticos, San José, Costa Rica 18-29 Abril 1983. FAO Fisheries Report. 291(3) (1983); p. 51-105.



GILI, J.; BOUILLON, J.; PAGÈS, F.; PALANQUES, A.; PUIG, P. & HEUSSNER, S. Origin and biogeography of the deep-water Mediterranean Hydromedusae including the description of two new species collected in submarine caninos of Northwestern Mediterranean. En: SCI. MAR 62(1-2) (1998); p.113-134.

HAIR J., ANDERSON R., TATHAM, W. & BLACK, W. 1999. Análisis multivariante. Madrid: Prentice Hall Iberia, 1999. 91p.

INVEMAR (Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Adreís”). Programa Nacional de Investigación en Biodiversidad Marina y Costera PNIBM. Editado por J. M. Díaz M. y D. I. Gómez L. Santa Marta: INVEMAR, FONADE, MMA. 2000. 83p.

INVEMAR. Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia. 2001. En: Serie documentos generales. No. 3 (2001); 138p.

INVEMAR. Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia. 2004. En: Serie documentos generales. No. 3 (2001); 138p.

KAANDORP, J. A selection procedure for different numerical classification methods and the inverse analysis applied in quantitative investigations of marine communities, 1986. 27p.

KINGSFORD, M. Symposium II: Population dynamics and Oceanography. 19th Larval Fish Conference, Sidney. 16(2) (1995); p. 18-20.

LEVINTON, J. Marine Biology, Function, Biodiversity, Ecology. New York: Oxford University Press, 2001, 515p.

LÓPEZ, C. Influencia de algunas variables fisicoquímicas y la clorofila a sobre los quetognatos en el Océano Pacífico Colombiano, durante los periodos 22.jun.-15.jul.01, 27.ago.-16.sep.01, 02-23.sep.02 y 01-21.sep.03. Bogotá, 2004, 88p. Trabajo de grado. (Biólogo) Universidad Militar “Nueva Granada”. Facultad de Ciencias.



LÓPEZ, R. 1984. Descripción, distribución y abundancia del ictioplancton entre 0 y 10 m de profundidad para el Pacífico Colombiano. Nov-Dic/82 (Crucero Pacífico VIII-ERFEN V). Santa Fe de Bogotá, 2003, 231p. Trabajo de Grado (Biólogo Marino) Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad De Biología Marina.

LÓPEZ, R. Das Fischplankton der pazifischen Küstengewässer Kolumbiens (El ictioplancton de las aguas costeras del Pacífico de Colombia). Reihe Biologie, Band 93(1997); 522 p.

LÓPEZ, R. Variación espacio-temporal del mesozooplancton en el Océano Pacífico Colombiano durante los cruceros de la serie ERFEN (Estudio Regional del Fenómeno El Niño) de 2001 y 2002. Bogotá, D. C., 2004. Universidad Militar “Nueva Granada” Prog. Biología Aplicada. Facultad de Ciencias En: XV Convención Científica Nacional. Mares, ríos y aguas interiores, 21-23 Oct.04. Cartagena de Indias

LÓPEZ, R. Dinámica ecológica del zooplancton en el Océano Pacífico Colombiano. Cruceros 2007-2010 de la serie ERFEN (Estudio Regional del Fenómeno El Niño). Bogotá, D. C., 2006, 47p. Universidad Militar “Nueva Granada”, Prog. Biología Aplicada. Facultad de Ciencias.

LÓPEZ, R. 2007. Biomasa mesozooplanctónica en el sistema marino del pacífico colombiano In: XII Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar. (COLACMAR). Brasil: 2007.

LÓPEZ, R.; URIBE, J.; ESCOBAR, N.; LÓPEZ, C & RIVEROS, D. Mesozooplancton superficial del océano Pacífico Colombiano durante los cruceros de 2001, 2002 y 2003 de la serie ERFEN (Estudio Regional del Fenómeno El Niño). Bogotá, 2005, 74p. Informe final Proyecto CIAS-2003-003. Programa. Biología Aplicada. U. Militar “Nueva Granada.” Facultad de Ciencias.

MALLIN, M.; H. PAERL & J. RUDEK. Seasonal phytoplankton composition, productivity and biomass in the Neuse River estuary, North Carolina. Estuarine, 1991, p. 609-623, En: Domínguez, H. Hidromedusas y sifonóforos (Cnidaria: Hydrozoa) de las aguas superficiales de la bahía de Gaira, Caribe colombiano: Taxonomía, abundancia y relación con la oferta alimenticia. Santa Marta, 2002, 191p. Trabajo de Grado (Biólogo Marino) Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad De Biología Marina.



MAYER, A. 1977. The medusae of the world. En: Academic Press. Ámsterdam. 1(1977); p. 458-466.

MENDOZA-BECERRIL, M. Diversidad de medusas (phylum: cnidaria) en la laguna madre, Tamaulipas. Méjico D. F., 2006, 61p. Tesis. Instituto politécnico nacional. Escuela nacional de ciencias biológicas

MILTON, J. Estadística para Biología y ciencias de la salud. 3ª Edición. Interamericana, Mc Graw Hill. 2001. 592 p.

PABÓN, J.; ROJAS, P.; MONTEALEGRE, P; ROBERTSON, K.; CEVALLOS, L.; MARTINEZ, N & ÑAÑEZ, E. El Océano. En: El medio ambiente en Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios ambientales. Bogotá: Ed. Leyva, P, 2001. 543p.

PAGÈS, F., GILI, J. & BOUILLON, J. Medusae (Hydrozoa, Scyphozoa, Cubozoa) of the Benguela current (Southeastern Atlantic). En: SCI. MAR., 56(1) (1992); p1-64.

PALMA, S. & APABLAZA, P. Abundancia estacional y distribución vertical del zooplancton gelatinoso carnívoro en una área de surgencia en el norte del Sistema de la Corriente de Humboldt. En: Invest. Mar. Valparaíso. 32 (2004); p. 49-70.

PALMA, S. & ROSALES, S. Composición, distribución y abundancia estacional del macroplankton de la bahía de Valparaíso. En: Invest. Mar. Valparaíso. 23 (1995); p. 49-66.

PINTO, E.; ZAMBRANO, E.; BRAUN, M.; PIZARRO, L. & ORTÍZ, J. Sexto crucero regional conjunto de investigación oceanográfica en el Pacífico Sudeste, realizado en septiembre – octubre de 2003. Comportamiento Meteorológico y Oceanográfico en el Pacífico Sudeste durante septiembre - octubre de 2003. Informe final. Guayaquil, 2004. 45p.

PURCELL, J. E. 1997. Pelagic cnidarians and ctenophores as predators: selective predation, feeding rate, and effects on prey populations. En: *Annals of Institut of Oceanography*. 73(1997); p.125–137.



RAMÍREZ, A. Ecología aplicada: Diseño y análisis estadístico. Bogotá: Universidad Jorge Tadeo Lozano. 2005. 325p.

RAMÍREZ, A. Ecología: Métodos de muestreo y análisis de poblaciones y comunidades. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana. 2006. 271p.

RAMÍREZ, A. & G. VIÑA. Limnología Colombiana: Aportes a su conocimiento y estadísticas de análisis. Primera edición. Bogotá: Universidad Jorge Tadeo Lozano. 1998. 293 p.

RASKOFF, K.; FREYA, A.; SOMMER, F.; HAMNER, W & CROSS, K. Collection and culture techniques for gelatinous zooplankton. En: Biol. Bull. No. 204 (2003); p. 68–80.

RIVEROS, D. 2005. Variación del ictioplancton en el Océano Pacífico Colombiano durante el periodo 01-21 septiembre de 2003. Bogotá, D. C., 2003, 138p. Trabajo de grado (Biólogo). , Universidad Militar “Nueva Granada”. Prog. Biología Aplicada. Facultad de Ciencias.

SEGURA, L. Morfología, sistemática y zoogeografía de las medusas (Cnidaria: Hydrozoa y Scyphozoa) del Pacífico Tropical Oriental. En: Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. Publ. Esp. 8 (1984); p. 1-314.

SEGURA, L. & ORDÓÑEZ, U. Análisis de la Comunidad de medusas (Cnidaria) de la región oriental del Banco de Campeche y el Caribe mexicano. En: Caribbean Journal of Science. 30(1-2) (1994); p. 104-115.

SEGURA, L., SUÁREZ-MORALES, E. & CELIS, L. A checklist of the Medusae (Hydrozoa, Scyphozoa and Cubozoa) of Mexico. En: Zootaxa (194) (2003); p. 1-15.

SMITH, P. & Richardson, S. Técnicas modelo para prospecciones de huevos y larvas de peces pelágicos. En: FAO. Doc. Tec. Pesca. 175(1979); p. -107.

SOKAL, R. & J. ROLHLF, J. Introducción a la Bioestadística. Barcelona: Editorial Reverté, S.A. 1980. 256 -275 p.

SOKAL, R. & ROHLF, J. Biometry. New York: Freeman & Co. 1981. 859 p.



SPARKS, C., BRIERLEY, A.; BUECHER, E., BOYER, D.; ALEXEN, B. & GIBBONS, M. Sumersible observations on the daytime vertical distribution of *Aequorea forskalea* off the west coast of southern Africa. En: *Mr. Bol. Ass. Uk.* 85 (2005); p. 519-522.

STEEDMAN, H. Fijación y Preservación de Zooplancton Marino *In Toto*. En: Boltovskoy D. Atlas del Zooplancton del Atlántico Sudoccidental. Métodos de trabajo con el zooplancton marino. Mar del Plata: INIDEP; 1981. 117 p.

STEVENSON, M.; GUILLÉN, O & SANTORO DE YCAZA, J. Atlas de las aguas costaneras del océano Pacífico en la América del sur. Ecuador: 1970. 13 p.

SUÁREZ, E.; SEGURA, L & GASCA, R. Medusan (Cnidaria) assemblages off the Caribbean coast of Mexico. En: *Journal of Coastal Research.* 15(1) (1999); p. 140-147.

SUÁREZ, E.; SEGURA, L & GASCA, R. Medusas (Cnidaria Hydrozoa) de la bahía de Chetumal, Quintana Roo, México (1990-1991). En: *Caribbean Journal of Science.* 31(3-4) (1995); p. 243-251.

TCHANTSEV, V & CABRERA, E. Algunos aspectos de investigación de la formación del régimen oceanográfico en el Pacífico colombiano. En: *Bol. Cient, Centro Control Contaminación Pacífico (CCCP).* 7(1998); 92 p.

TIGREROS, P. Biodiversidad y valoración bioquímica del fitoplancton marino en ambientes costeros mesotróficos y oligotróficos tropicales, caribe colombiano. Santa Marta, 2001, 195p. Trabajo de Grado (Biólogo Marino) Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad De Biología Marina.

VILLEGAS, N. Estabilidad de las aguas del Pacífico Colombiano. En: *Bol. Cient. CCCP.* No. 9 (2003); p. 5-14.

_____, N. Evolución mensual de las corrientes verticales y zonas de surgencia en la Cuenca del Pacífico Colombiano-CPC. En: *Bol. Cient. CCCP.* No.9 (2002); p. 29-36.

VINOGRADOV, M. & SHUSHKINA, E. Vertical distribution of gelatinous macroplankton in the North Pacific observed by manned submersibles Mir-1 and Mir-2. En: *Journal of Oceanography.* 58(202); p. 295-303.



WIEBE, P. Ringe am Rande des Golfstroms. *Biologie der Meere. Spektrum der Wissens. Verlag*, 1991. p. 46-57

WYRTKI, K. Corrientes superficiales del Océano Pacífico oriental tropical. 1965. En: *Com. Int. Atún Trop. Vol. 9, No. 5 (1965); p. 279-304.*

ZAR, J. *Biostatistical análisis. 4 edition.* New Jersey: Prentice Hall, 1999. 663p.

ZUTA, S & GUILLÉN, O. Oceanografía de las aguas costeras del Perú. En: *Bol. Inst. Mar Perú. 2(5) (1970).*



ANEXOS



Anexo A. Datos bióticos y abióticos registrados en el OPC durante el período 23.Jun-12.Jul.01. Día: 6:00-18:00; Noche: 18:01-05:59. * Datos no determinados.

Crucero PACÍFICO XXXIV-ERFEN XXXII 23.JUNIO-12.JULIO.2001											
Estación	Latitud Norte Grados	Longitud Oeste Grados	Fecha	Hora	n	Hidromedusas ind/100 m³	TSM °C	Salinidad	Clorofila a mg/m³	B. Mesozooplancton g/100 m³	
2	77°75'00"	06°00'00"	12/07/2001	18:12	17	9	29,69	27,64	0,47	1,15	
3	77°75'00"	05°50'00"	12/07/2001	20:00	2	1	27,54	30,16	0,28	2,97	
6	77°75'00"	04°00'00"	08/07/2001	21:45	90	49	26,87	32,14	0,13	17,38	
12	78°00'00"	05°00'00"	10/07/2001	02:56	0	0	27,01	31,55	0,49	1,87	
14	78°00'00"	04°00'00"	09/07/2001	00:10	23	13	26,92	32,01	0,49	0,16	
16	78°00'00"	03°00'00"	05/07/2001	08:50	4	2	27,44	32,28	*	0,16	
24	78°50'00"	03°00'00"	05/07/2001	04:00	18	10	27,27	32,75	0,43	1,87	
25	79°00'00"	06°00'00"	10/07/2001	18:00	15	8	27,06	31,59	0,38	7,75	
27	79°00'00"	05°00'00"	03/07/2001	16:30	3	2	27,25	30,63	0,79	0,71	
29	79°00'00"	04°00'00"	04/07/2001	08:05	6	3	27,15	32,93	0,15	2,20	
31	79°00'00"	03°00'00"	05/07/2001	00:05	0	0	26,98	33,13	0,39	0,22	
33	79°00'00"	02°00'00"	23/06/2001	18:40	75	41	27,17	32,52	0,61	12,87	
43	80°00'00"	05°00'00"	03/07/2001	09:40	0	0	27,39	32,74	*	0,16	
45	80°00'00"	04°00'00"	03/07/2001	02:20	8	4	27,18	33,21	0,31	0,99	
47	80°00'00"	03°00'00"	02/07/2001	18:30	13	7	26,90	33,63	0,88	2,31	
48	80°00'00"	02°50'00"	24/06/2001	07:20	2	1	26,46	33,17	*	3,35	
49	80°00'00"	02°00'00"	24/06/2001	14:30	37	20	26,68	33,09	0,05	4,34	
61	81°00'00"	04°00'00"	02/07/2001	04:05	11	6	27,05	32,92	0,40	1,04	
63	81°00'00"	03°00'00"	02/07/2001	11:30	0	0	26,62	33,05	0,36	0,16	
65	81°00'00"	02°00'00"	26/06/2001	01:30	5	3	26,41	33,44	0,72	5,99	
75	82°00'00"	05°00'00"	30/06/2001	00:00	5	3	27,79	32,75	*	1,76	
77	82°00'00"	04°00'00"	29/06/2001	06:25	7	4	27,01	33,28	0,11	2,31	
79	82°00'00"	03°00'00"	28/06/2001	23:00	24	13	26,48	33,20	0,38	3,68	
81	82°00'00"	02°00'00"	26/06/2001	09:30	10	5	26,07	33,60	0,02	6,27	
91	83°00'00"	05°00'00"	30/06/2001	17:30	3	2	27,62	32,24	0,35	1,70	
93	83°00'00"	04°00'00"	29/06/2001	16:45	0	0	27,06	33,35	0,45	0,33	
97	83°00'00"	02°00'00"	27/06/2001	01:30	52	29	25,98	33,42	0,47	10,50	
107	84°00'00"	05°00'00"	30/06/2001	10:50	1	1	27,78	32,49	1,11	0,93	
109	84°00'00"	04°00'00"	29/06/2001	16:45	75	41	27,13	33,51	*	2,80	
111	84°00'00"	03°00'00"	27/06/2001	21:30	26	14	26,65	32,97	0,05	4,40	
Promedio					17,74	9,75	27,09	32,51	0,41	3,41	
Desv. Est.					24,37	13,41	0,66	1,24	0,27	4,06	
Error Est.					4,45	2,45	0,12	0,23	0,05	0,74	
Mínimo					0	0	25,98	27,64	0,02	0,16	
Máximo					90	49	29,69	33,63	1,11	17,38	



Anexo B. Datos bióticos y abióticos registrados en el OPC durante el período 27.Ago-15.Sep.01. Día: 6:00-18:00; Noche: 18:01-05:59. * Datos no determinados.

Crucero PACIFICO XXXV-ERFEN XXXIII 27.AGOSTO-15.SEPTIEMBRE.2001										
Estación	Latitud Norte	Longitud Oeste	Fecha	Hora	n	Hidromedusas	TSM	Salinidad	Clorofila a	B. Mesozooplankton
	Grados	Grados				ind/100 m³	°C		mg/m³	g/100 m³
3	77°75'00"	05°50'00"	14/09/2001	22:30	8	4	27,58	27,14	0,19	6,11
5	77°75'00"	04°50'00"	15/09/2001	07:00	0	0	27,45	29,60	0,17	1,10
7	77°75'00"	03°50'00"	06/09/2001	09:30	3	2	27,23	30,73	0,44	1,82
10	78°00'00"	06°00'00"	14/09/2001	18:05	13	7	27,33	30,35	4,56	2,75
12	78°00'00"	05°00'00"	15/09/2001	02:30	30	17	27,37	30,58	0,12	4,40
14	78°00'00"	04°00'00"	08/09/2001	05:00	9	5	27,65	30,60	0,11	4,84
16	78°00'00"	03°00'00"	15/09/2001	23:00	337	185	27,41	30,67	*	1,87
25	79°00'00"	06°00'00"	13/09/2001	08:00	19	10	27,57	30,29	0,35	4,62
27	79°00'00"	05°00'00"	12/09/2001	22:35	29	16	27,13	30,42	1,12	5,17
29	79°00'00"	04°00'00"	09/09/2001	12:30	0	0	27,26	32,69	*	1,27
31	79°00'00"	03°00'00"	05/09/2001	00:00	9	5	27,09	32,87	0,30	1,21
33	79°00'00"	02°00'00"	27/08/2001	12:40	14	8	27,49	32,53	0,34	0,77
47	80°00'00"	03°00'00"	05/09/2001	14:50	3	2	27,07	33,20	0,71	1,65
49	80°00'00"	02°00'00"	28/08/2001	01:00	120	66	27,25	32,68	0,42	3,74
61	81°00'00"	04°00'00"	05/09/2001	00:20	5	3	27,17	32,21	0,35	3,36
65	81°00'00"	02°00'00"	29/08/2001	10:30	45	25	26,32	33,49	0,08	2,09
75	82°00'00"	05°00'00"	04/09/2001	11:20	0	0	27,48	31,40	0,46	0,17
77	82°00'00"	04°00'00"	03/09/2001	00:40	29	16	27,22	32,99	0,46	7,92
79	82°00'00"	03°00'00"	01/09/2001	09:30	5	3	26,85	33,32	0,14	2,97
93	83°00'00"	04°00'00"	03/09/2001	09:00	14	8	27,13	33,12	0,31	4,18
97	83°00'00"	02°00'00"	03/09/2001	03:30	28	15	27,01	33,33	2,69	3,80
107	84°00'00"	05°00'00"	01/09/2001	22:20	5	3	27,27	32,74	*	1,93
111	84°00'00"	03°00'00"	30/08/2001	23:30	5	3	27,10	33,36	3,16	2,86
Promedio					31,76	17,47	27,24	31,75	0,78	3,07
Desv. Est.					71,17	39,15	0,28	1,62	1,19	1,89
Error Est.					14,84	8,16	0,06	0,34	0,25	0,39
Mínimo					0	1	26,32	27,14	0,00	0,17
Máximo					337	185	27,65	33,49	4,56	7,92



Anexo C. Datos bióticos y abióticos registrados en el OPC durante el período 03-22.Sep.02. Día: 6:00-18:00; Noche: 18:01-05:59. * Datos no determinados.

Crucero PACIFICO XXXVI-ERFEN XXXIV 3-23.SEPTIEMBRE.2002												
Estación	Latitud Norte Grados	Longitud Oeste Grados	Fecha	Hora	n	Hidromedusas ind/100 m ³	TSM °C	Salinidad	Oxígeno Disuelto ml/l	Clorofila a mg/m ³	B. Mesozooplankton g/100 m ³	
1	77°75'00"	06°05'00"	16/09/2002	19:30	8	10	27,60	*	5,07	*	2,06	
3	77°75'00"	05°50'00"	16/09/2002	10:20	19	13	27,01	30,12	4,96	4,57	2,19	
5	77°75'00"	04°50'00"	16/09/2002	00:30	59	60	27,38	28,94	5,04	0,08	5,25	
7	77°75'00"	03°50'00"	16/09/2002	17:15	9	7	27,77	31,48	4,90	*	8,03	
10	78°00'00"	06°00'00"	16/09/2002	16:00	18	10	27,31	30,98	4,84	0,30	1,19	
12	78°00'00"	05°00'00"	16/09/2002	04:40	16	21	27,21	30,94	5,01	4,16	11,71	
14	78°00'00"	04°00'00"	14/09/2002	21:30	109	6	27,13	30,87	5,06	7,24	0,35	
16	78°00'00"	03°00'00"	22/09/2002	22:15	31	38	27,42	32,20	4,96	0,28	16,78	
25	79°00'00"	06°00'00"	17/09/2002	07:00	6	5	27,55	30,88	4,80	0,37	1,56	
27	79°00'00"	05°00'00"	18/09/2002	17:30	41	31	27,16	31,79	5,05	*	5,16	
29	79°00'00"	04°00'00"	22/09/2002	07:00	3	2	27,17	32,19	4,98	*	1,50	
31	79°00'00"	03°00'00"	09/09/2002	23:00	28	2	27,29	32,47	3,79	*	0,53	
33	79°00'00"	02°00'00"	03/09/2002	18:15	8	1	27,23	32,76	4,67	*	0,29	
43	80°00'00"	05°00'00"	19/09/2002	01:30	72	118	27,31	31,86	5,00	0,25	7,56	
45	80°00'00"	04°00'00"	21/09/2002	18:30	42	42	27,14	32,34	5,04	5,06	4,15	
47	80°00'00"	03°00'00"	09/09/2002	14:55	0	0	27,27	33,05	4,84	0,16	0,38	
49	80°00'00"	02°00'00"	04/09/2002	06:00	13	58	26,99	32,87	4,63	0,12	19,61	
75	82°00'00"	05°00'00"	19/09/2002	17:15	19	15	27,11	32,37	5,05	0,44	4,38	
77	82°00'00"	04°00'00"	21/09/2002	06:00	13	16	27,06	32,94	4,86	*	3,59	
79	82°00'00"	03°00'00"	09/09/2002	00:38	65	11	26,96	33,35	4,82	2,68	1,09	
81	82°00'00"	02°00'00"	06/09/2002	01:30	17	2	26,65	33,52	4,81	0,16	0,73	
107	84°00'00"	05°00'00"	20/09/2002	09:10	9	12	27,19	32,82	4,79	0,35	3,72	
109	84°00'00"	04°00'00"	20/09/2002	17:15	4	3	27,22	32,97	4,95	*	7,98	
111	84°00'00"	03°00'00"	07/09/2002	12:05	0	0	26,79	33,61	5,00	*	0,58	
113	84°00'00"	02°00'00"	07/09/2002	04:00	32	3	26,37	33,65	4,69	1,42	1,15	
Promedio					25,84	19,38	27,17	32,12	4,86	1,73	4,46	
Desv. Est.					26,30	26,86	0,29	1,19	0,26	2,29	5,11	
Error Est.					5,26	5,37	0,06	0,24	0,05	0,46	1,02	
Mínimo					0	1	26,37	28,94	3,79	0,08	0,29	
Máximo					109	118	27,77	33,65	5,07	7,24	19,61	



Anexo D. Datos bióticos y abióticos registrados en el OPC durante el período 01-21.Sep.03. Día: 6:00-18:00; Noche: 18:01-05:59. * Datos no determinados.

Crucero PACIFICO XXXVIII-ERFEN XXXVI 01-21.SEPTIEMBRE.2003												
Estación	Latitud Norte	Longitud Oeste	Fecha	Hora	n	Hidromedusas	TSM	Salinidad	Oxígeno Disuelto	Clorofila a	B. Mesozooplancton	
	Grados	Grados				ind/100 m ³	°C		ml/l	mg/m ³	g/100 m ³	
1	77°45'00"	06°30'00"	06/09/2003	13:10	6	3	27,98	30,29	4,58	*	1,40	
3	77°45'00"	05°30'00"	05/09/2003	13:55	4	2	28,63	29,06	4,72	0,11	2,20	
5	77°45'00"	04°30'00"	12/09/2003	13:45	5	3	28,01	28,95	4,80	1,38	1,57	
7	77°45'00"	03°30'00"	02/09/2003	11:24	0	0	27,74	32,05	4,62	0,04	2,53	
10	78°00'00"	06°00'00"	05/09/2003	18:55	42	23	28,00	31,00	4,61	0,04	4,31	
12	78°00'00"	05°00'00"	05/09/2003	00:45	38	21	27,99	30,11	4,63	0,03	3,40	
14	78°00'00"	04°00'00"	03/09/2003	19:38	104	57	27,54	31,75	4,59	0,11	3,59	
16	78°00'00"	03°00'00"	02/09/2003	07:05	9	5	27,50	32,14	4,64	0,11	1,56	
25	79°00'00"	06°00'00"	06/09/2003	02:12	63	35	27,50	30,86	4,70	*	3,48	
27	79°00'00"	05°00'00"	04/09/2003	17:20	19	10	27,70	30,68	4,63	0,02	1,36	
29	79°00'00"	04°00'00"	03/09/2003	12:20	39	21	27,47	31,37	4,54	0,05	3,67	
31	79°00'00"	03°00'00"	01/09/2003	23:45	88	48	27,35	32,43	4,53	0,04	5,09	
33	79°00'00"	02°00'00"	21/09/2003	12:03	0	0	27,47	32,09	*	0,06	3,64	
43	80°00'00"	05°00'00"	09/09/2003	04:59	17	9	27,47	31,46	4,79	*	0,40	
45	79°59'64"	03°59'38"	02/09/2003	05:40	1	1	27,44	32,65	4,61	*	2,90	
47	80°00'00"	03°00'00"	15/09/2003	06:18	17	9	27,14	32,78	4,64	0,08	1,61	
49	80°00'00"	02°00'00"	21/09/2003	18:45	8	4	27,19	32,70	4,74	0,01	1,26	
75	82°00'00"	05°00'00"	09/09/2003	23:55	9	5	27,26	32,53	4,66	0,04	3,04	
77	82°00'00"	04°00'00"	11/09/2003	12:18	3	2	27,37	32,93	4,64	*	0,50	
79	82°00'00"	03°00'00"	15/09/2003	20:34	53	29	26,83	33,14	4,64	0,05	3,96	
81	82°00'00"	02°00'00"	21/09/2003	15:18	2	1	26,69	32,78	4,75	0,09	0,01	
107	84°00'00"	05°00'00"	10/09/2003	16:10	11	6	27,68	31,69	4,57	0,02	3,31	
109	84°00'00"	04°00'00"	10/09/2003	23:35	45	25	27,28	32,97	4,75	0,02	0,96	
111	84°00'00"	03°00'00"	16/09/2003	10:40	0	0	26,82	33,39	4,72	*	0,87	
113	84°00'00"	02°00'00"	17/09/2003	18:20	38	21	*	34,97	4,77	0,01	6,43	
					Promedio	24,84	13,66	27,50	31,87	4,66	0,12	2,52
					Desv. Est.	28,50	15,67	0,43	1,38	0,08	0,31	1,59
					Error Est.	5,70	3,13	0,09	0,28	0,02	0,06	0,32
					Mínimo	0	1	26,69	28,95	4,53	0,01	0,01
					Máximo	104	57	28,63	34,97	4,80	1,38	6,43



Anexo E. Datos bióticos y abióticos registrados en el OPC durante el período 18.Sep-08.Oct.04. Día: 6:00-18:00; Noche: 18:01-05:59. * Datos no determinados.

Crucero PACIFICO XXXIX-ERFENXXXVII 18.SEPTIEMBRE-08.OCTUBRE.2004											
Estación	Latitud Norte Grados	Longitud Oeste Grados	Fecha	Hora	n	Hidromedusas ind/100 m ³	TSM °C	Salinidad	Oxígeno Disuelto ml/l	Clorofila a mg/m ³	B. Mesozooplankton g/100 m ³
1	77°45'00"	06°30'00"	23/09/2004	04:48	30	34	26,50	30,44	4,57	0,16	4,15
3	77°45'00"	05°30'00"	22/09/2004	20:20	152	131	28,00	24,78	4,17	0,66	13,62
5	77°45'00"	04°30'00"	21/09/2004	07:45	19	13	26,60	27,65	4,61	0,46	4,91
7	77°45'00"	03°30'00"	20/09/2004	02:40	39	29	26,50	27,78	4,65	0,53	11,01
10	78°00'00"	06°00'00"	23/09/2004	00:13	46	43	27,30	29,25	4,57	0,62	1,33
12	78°00'00"	05°00'00"	22/09/2004	08:15	194	112	26,30	28,15	4,57	0,77	2,06
14	78°00'00"	04°00'00"	21/09/2004	04:15	38	44	25,40	29,66	4,57	0,45	6,33
16	78°00'00"	03°00'00"	19/09/2004	23:15	173	136	26,80	28,77	4,58	0,56	10,85
25	79°00'00"	06°00'00"	25/09/2004	04:45	226	177	26,90	28,26	4,97	0,82	3,28
27	79°00'00"	05°00'00"	22/09/2004	01:27	96	57	26,50	30,34	4,61	0,43	6,03
29	79°00'00"	04°00'00"	20/09/2004	18:50	167	146	24,40	30,81	4,61	0,47	7,25
31	79°00'00"	03°00'00"	19/09/2004	17:00	51	41	25,70	32,20	4,45	0,16	11,56
33	79°00'00"	02°00'00"	08/10/2004	05:20	143	381	26,70	31,52	4,62	0,74	33,18
43	80°00'00"	05°00'00"	25/09/2004	20:15	132	98	26,20	31,34	4,76	0,79	4,00
45	79°59'64"	03°59'38"	28/09/2004	20:30	94	75	26,60	32,10	4,67	0,63	9,17
47	80°00'00"	03°00'00"	04/10/2004	07:55	43	35	26,00	32,72	4,83	0,56	3,83
49	80°00'00"	02°00'00"	07/10/2004	18:30	176	227	26,20	33,04	4,65	0,98	25,81
75	82°00'00"	05°00'00"	28/09/2004	06:45	9	6	26,40	32,43	4,65	0,72	6,41
77	82°00'00"	04°00'00"	26/09/2004	22:30	53	45	26,50	33,13	4,52	0,57	10,67
79	82°00'00"	03°00'00"	04/10/2004	23:30	66	55	26,40	32,93	4,53	0,72	9,92
81	82°00'00"	02°00'00"	07/10/2004	02:33	89	67	25,80	33,33	4,62	0,64	28,51
107	84°00'00"	05°00'00"	27/09/2004	18:00	60	60	25,90	32,89	4,58	0,66	22,80
109	84°00'00"	04°00'00"	27/09/2004	12:30	3	2	26,50	33,21	*	0,97	4,62
111	84°00'00"	03°00'00"	06/10/2004	02:00	93	94	26,20	33,30	4,64	0,66	18,72
113	84°00'00"	02°00'00"	06/10/2004	09:15	41	35	26,00	33,36	4,57	0,64	7,93
Promedio					89,32	85,70	26,33	30,93	4,61	0,61	10,72
Desv. Est.					63,57	82,78	0,66	2,34	0,14	0,20	8,60
Error Est.					12,71	16,56	0,13	0,47	0,03	0,04	1,72
Mínimo					3	2	24,40	24,78	4,17	0,16	1,33
Máximo					226	381	28,00	33,36	4,97	0,98	33,18



Anexo F. Reportes de diferentes autores de los taxa de hidromedusas más abundantes en estudios realizados en el Pacífico Oriental. *Datos no disponibles.

Autor	Área de estudio	No. Especies	Especies	Densidad o rangos totales del estudio	(%)
Segura (1984)	Pacífico Tropical Oriental	61	<i>A. hemistoma</i> <i>L. tetraphylla</i> <i>R. velatum</i> <i>S. bitentaculata</i>	1– >10000 (ind/1000 m ³)	*
Cely & Chiquillo (1993)	Aguas costeras OPC	22	<i>L. tetraphylla</i> <i>R. velatum</i> <i>S. bitentaculata</i>	449 – 4045 (ind/1000 m ³) 104 – 441 (ind/1000 m ³) 102 – 326 (ind/1000 m ³)	85,62 4,99 4,14
Apablaza & Palma (2003)	Boca del Guafo y canal Pulluche (Chile)	23	<i>H. minuta</i> <i>Clytia</i> spp <i>A. hemistoma</i> <i>S. bitentaculata</i>	* * * *	45,1 20,0 14,7
Palma & Apablaza (2004)	Bahía Mejillones (Chile)	17	<i>A. hemistoma</i> <i>S. bitentaculata</i> <i>C. peregrina</i> <i>L. tetraphylla</i>	14218 (ind/100 m ³) 10050 (ind/100 m ³) 3809 (ind/100 m ³) 2539 (ind/100 m ³)	* * * *
López <i>et al.</i> (2005)	Todo el OPC	8	<i>A. hemistoma</i> <i>C. tetrastyla</i> <i>C. peregrina</i>	* * *	39,9 15,4 14,7
Apablaza & Palma (2006)	Valparaíso (Chile)	14	<i>S. bitentaculata</i> <i>A. hemistoma</i> <i>R. velatum</i> <i>L. tetraphylla</i>	37443 (ind/1000 m ³) 12326 (ind/1000 m ³) 5543 (ind/1000 m ³) 3376 (ind/1000 m ³)	* * * *
Presente estudio	Todo el OPC	18	<i>A. hemistoma</i> <i>L. tetraphylla</i> <i>C. tetrastyla</i> <i>S. bitentaculata</i>	2134 (ind/100 m ³) 825 (ind/100 m ³) 342 (ind/100 m ³) 105 (ind/100 m ³)	58,24 22,52 9,33 2,87



Anexo G. Correlación de Spearman entre las variables abióticas y bióticas en la superficie del OPC en cada uno de los cinco periodos de muestreo. P= P valor, R= Valor de correlación.

23 de junio a 12 de julio de 2001											
Variable	Hidromedusas		Clorofila <i>a</i>		Día/noche		Salinidad		Temperatura		
	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	
Hidromedusas											
Clorofila <i>a</i>	0,704	-0,071									
Día/noche	0,101	0,305	0,356	0,171							
Salinidad	0,383	0,162	0,478	-0,132	0,391	-0,159					
Temperatura	0,035	-0,391	0,266	0,206	0,630	-0,089	0,001	-0,593			
Mesozooplancton	0,116	0,292	0,173	-0,253	0,107	0,300	0,218	0,229	0,013	-0,460	

27 de agosto a 15 de septiembre de 2001											
Variable	Hidromedusas		Clorofila <i>a</i>		Día/noche		Salinidad		Temperatura		
	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	
Hidromedusas											
Clorofila <i>a</i>	0,810	-0,051									
Día/noche	0,925	-0,020	0,1921	0,278							
Salinidad	0,474	-0,152	0,637	0,100	0,535	-0,132					
Temperatura	0,370	0,191	0,505	-0,142	0,828	0,046	0,000	-0,796			
Mesozooplancton	0,867	-0,036	0,654	-0,096	0,022	0,489	0,487	-0,148	0,912	0,022	

03 - 23 de septiembre de 2002												
Variable	Hidromedusas		Clorofila <i>a</i>		Día/noche		Oxígeno disuelto		Salinidad		Temperatura	
	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R
Hidromedusas												
Clorofila <i>a</i>	0,257	-0,233										
Día/noche	0,913	-0,022	0,559	0,119								
Oxígeno disuelto	0,042	0,416	0,114	0,322	0,663	0,089						
Salinidad	0,325	-0,201	0,433	-0,160	0,913	-0,022	0,020	-0,474				
Temperatura	0,859	0,036	0,300	-0,212	0,807	0,050	0,547	0,123	0,007	-0,547		
Mesozooplancton	0,004	0,594	0,349	-0,191	0,446	-0,155	0,210	0,256	0,155	-0,290	0,220	0,250

01 - 21 de septiembre de 2003												
Variable	Hidromedusas		Clorofila <i>a</i>		Día/noche		Oxígeno disuelto		Salinidad		Temperatura	
	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R
Hidromedusas												
Clorofila <i>a</i>	0,112	-0,326										
Día/noche	0,003	0,618	0,178	-0,275								
Oxígeno disuelto	0,244	-0,238	0,509	0,135	0,743	0,067						
Salinidad	0,724	-0,072	0,335	-0,197	0,384	0,178	0,249	0,235				
Temperatura	0,778	0,058	0,850	0,039	0,478	-0,145	0,289	-0,216	0,000	-0,824		
Mesozooplancton	0,011	0,519	0,106	-0,330	0,06	0,384	0,027	-0,452	0,616	-0,102	0,210	0,256

18 de septiembre a 08 de octubre de 2004												
Variable	Hidromedusas		Clorofila <i>a</i>		Día/noche		Oxígeno disuelto		Salinidad		Temperatura	
	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R
Hidromedusas												
Clorofila <i>a</i>	0,061	0,383										
Día/noche	0,010	0,527	0,972	-0,007								
Oxígeno disuelto	0,458	0,145	0,106	0,336	0,711	0,058						
Salinidad	0,537	-0,116	0,185	0,272	0,923	0,011	0,731	0,110				
Temperatura	0,658	0,091	0,470	0,149	0,606	0,105	0,987	-0,013	0,013	-0,502		
Mesozooplancton	0,112	0,322	0,741	0,067	0,051	0,399	0,652	-0,079	0,074	0,380	0,417	-0,162



Anexo H. Correlaciones obtenidas con el análisis de factores entre las variables abióticas y bióticas en el OPC en cada uno de los cinco periodos de muestreo.

23 de junio a 12 de julio de 2001.		
Variable	Factor 1	Factor 2
Hidromedusas	-0,228	0,821
Chl a	0,385	-0,160
Día/noche	0,309	0,614
Salinidad	-0,897	-0,122
Temperatura	0,901	-0,113
Mesozooplancton	-0,265	0,877

27 de agosto a 15 de septiembre de 2001.		
Variable	Factor 1	Factor 2
Hidromedusas	0,179	0,179
Chl a	-0,276	0,669
Día/noche	0,216	0,885
Salinidad	-0,885	-0,029
Temperatura	0,858	-0,006
Mesozooplancton	0,344	0,521

03 a 22 de septiembre de 2002		
Variable	Factor 1	Factor 2
Hidromedusas	0,867	0,094
Chl a	-0,424	0,085
Día/noche	0,135	-0,046
Oxígeno Disuelto	0,200	0,081
Salinidad	-0,057	-0,829
Temperatura	0,127	0,888
Mesozooplancton	0,800	0,093

01 a 21 de septiembre de 2003		
Variable	Factor 1	Factor 2
Hidromedusas	0,854	0,003
Chl a	-0,122	0,521
Día/noche	0,855	-0,234
Oxígeno Disuelto	-0,114	-0,140
Salinidad	0,122	-0,927
Temperatura	0,043	0,902
Mesozooplancton	0,750	0,093

18 de septiembre a 08 de octubre de 2004		
Variable	Factor 1	Factor 2
Hidromedusas	-0,207	0,393
Chl a	0,051	-0,018
Día/noche	0,245	0,687
Oxígeno Disuelto	0,615	-0,398
Salinidad	0,796	0,256
Temperatura	-0,777	-0,136
Mesozooplancton	0,045	0,889



Anexo I. Valores de las medidas de diversidad de hidromedusas en el OPC registrados en las estaciones muestreadas durante el período 23.Jun-12.Jul.01.

23 de junio a 12 de julio de 2001.				
Estaciones	S Riqueza	H'(loge) diversidad Shannon	J' Uniformidad Pielou	1-Lambda Predominio Simpson
2	4	1,19	0,86	0,74
3	1	0,00	***	0,00
6	5	1,15	0,72	0,62
14	4	1,05	0,76	0,60
16	1	0,00	***	0,00
24	2	0,53	0,76	0,38
25	3	0,58	0,53	0,35
27	2	0,69	1,00	0,95
29	1	0,00	***	0,00
33	3	0,96	0,88	0,58
45	2	0,66	0,95	0,61
47	4	1,29	0,93	0,83
48	2	0,69	1,00	0,53
49	4	1,10	0,79	0,62
61	3	0,74	0,68	0,50
65	3	0,98	0,89	0,81
75	3	0,65	0,87	0,88
77	2	0,60	0,86	0,55
79	3	0,88	0,80	0,55
81	3	1,06	0,96	0,78
91	1	0,00	***	0,00
97	5	1,38	0,86	0,74
107	1	0,00	***	***
109	6	1,20	0,67	0,65
111	4	1,26	0,91	0,73



Anexo J. Valores de las medidas de diversidad de hidromedusas en el OPC registrados en las estaciones muestreadas durante el período 27.Ago-15.Sep.01.

27 de agosto a 15 de septiembre de 2001.				
Estaciones	S Riqueza	H'(loge) diversidad Shannon	J' Uniformidad Pielou	1-Lambda Predominio Simpson
3	3	0,97	0,88	0,81
7	1	0,00	***	0,00
10	2	0,54	0,78	0,41
12	3	0,70	0,64	0,41
14	1	0,00	***	0,00
16	3	0,10	0,09	0,04
25	5	1,25	0,77	0,72
27	4	1,13	0,81	0,67
31	3	1,00	0,91	0,74
33	1	0,00	***	0,00
47	1	0,00	***	0,00
49	4	0,23	0,17	0,92
61	2	0,50	0,72	0,50
65	6	1,18	0,66	0,59
77	1	0,00	***	0,00
79	2	0,56	0,81	0,69
93	1	0,00	***	0,00
97	2	0,16	0,23	0,08
107	1	0,00	***	0,00
111	2	0,65	0,94	0,68



Anexo K. Valores de las medidas de diversidad de hidromedusas en el OPC registrados en las estaciones muestreadas durante el período 03-22.Sep.02.

03 a 22 de septiembre de 2002				
Estaciones	S Riqueza	H'(loge) diversidad Shannon	J' Uniformidad Pielou	1-Lambda Predominio Simpson
1	1	0,00	****	0,00
3	1	0,00	****	0,00
5	5	1,33	0,83	0,69
7	4	1,28	0,92	0,85
10	3	0,44	0,40	0,24
12	2	0,48	0,70	0,32
14	5	1,30	0,81	0,73
16	5	1,13	0,70	0,57
25	3	1,01	0,92	0,77
27	3	0,95	0,86	0,60
29	1	0,00	****	0,00
31	6	1,77	0,99	1,01
33	4	1,39	1,00	1,00
43	5	0,98	0,61	0,50
45	5	0,81	0,50	0,43
49	2	0,27	0,45	0,14
75	4	1,14	0,82	0,65
77	2	0,69	0,96	0,53
79	5	1,09	0,68	0,58
81	5	1,26	1,00	1,01
107	1	0,00	****	0,00
109	3	1,04	0,95	0,99
113	4	1,38	1,00	1,00



Anexo L. Valores de las medidas de diversidad de hidromedusas en el OPC registrados en las estaciones muestreadas durante el período 01-21.Sep.03.

01 a 21 de septiembre de 2003				
Estaciones	S Riqueza	H'(loge) diversidad Shannon	J' Uniformidad Pielou	1-Lambda Predominio Simpson
1	1	0,00	****	0,00
3	1	0,00	****	0,00
5	2	0,67	0,97	0,75
10	5	0,91	0,56	0,48
12	4	1,25	0,90	0,72
14	6	1,48	0,83	0,74
16	2	0,53	0,76	0,43
25	6	1,11	0,62	0,57
27	5	1,32	0,82	0,75
29	3	0,58	0,53	0,35
31	4	1,20	0,87	0,69
43	4	1,12	0,80	0,69
45	1	0,00	****	****
47	2	0,68	0,98	0,54
49	3	0,97	0,89	0,77
75	3	0,94	0,85	0,71
77	1	0,00	****	0,00
79	6	1,24	0,69	0,63
81	1	0,00	****	0,00
107	2	0,49	0,44	0,20
109	3	0,48	0,43	0,25
113	5	0,93	0,58	0,48



Anexo M. Valores de las medidas de diversidad de hidromedusas en el OPC registrados en las estaciones muestreadas durante el 18.Sep-08.Oct.04.

18 de septiembre a 08 de octubre de 2004				
Estación	S Riqueza	H'(loge) diversidad Shannon	J' Uniformidad Pielou	1-Lambda Predominio Simpson
1	4	0,32	0,45	0,20
3	5	1,05	0,65	0,55
5	3	1,08	0,98	0,71
7	4	1,31	0,94	0,74
10	3	0,36	0,33	0,21
12	2	0,66	0,66	0,48
14	6	1,64	0,91	0,80
16	4	0,46	0,33	0,21
25	6	0,69	0,39	0,29
27	6	0,97	0,54	0,51
29	4	0,80	0,58	0,41
31	3	0,90	0,82	0,57
33	2	0,69	1,00	0,50
43	4	0,78	0,56	0,49
45	4	0,93	0,67	0,56
47	2	0,11	0,16	0,25
49	4	0,58	0,42	0,30
75	3	0,68	0,62	0,45
77	3	0,99	0,90	0,62
79	4	0,98	0,71	0,56
81	5	1,18	0,73	0,68
107	2	0,65	0,94	0,47
109	1	0,00	***	0,00
111	3	0,82	0,74	0,47
113	4	0,82	0,59	0,43



Anexo N. Valores de las medidas de diversidad de hidromedusas relacionando los cinco períodos de estudio en el OPC.

Período	S Riqueza	H'(loge) Diversidad Shannon	J' Uniformidad Pielou	1-Lambda Predominio Simpson
23.Jun-12.Jul.01	13	1,65	0,64	0,75
27.Ago-15.Sep.01	10	0,87	0,38	0,38
03-22.Sep.02	11	1,25	0,52	0,55
01-21.Sep.03	11	1,59	0,66	0,73
18.Sep-08.Oct.04	9	1,11	0,50	0,57



Anexo O. Valores de las medidas de diversidad de hidromedusas en el OPC registrados en las 16 estaciones comunes entre los cinco períodos de estudio.

16 Estaciones comunes 2001 - 2004				
Estaciones	S Riqueza	H'(loge) diversidad Shannon	J' Uniformidad Pielou	1-Lambda Predominio Simpson
3	7	1,29	0,66	0,64
12	4	0,97	0,70	0,56
14	10	1,85	0,80	0,81
16	6	0,45	0,25	0,18
25	8	0,96	0,46	0,42
27	10	1,40	0,61	0,67
29	5	0,85	0,53	0,42
31	6	1,21	0,67	0,66
33	5	0,81	0,50	0,53
47	4	0,66	0,48	0,34
49	7	0,74	0,38	0,32
75	8	1,30	0,63	0,60
77	3	1,07	0,98	0,66
79	7	1,18	0,61	0,61
107	3	0,73	0,67	0,46
111	5	0,99	0,62	0,53