

---

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

---

SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

DISTRIBUCIÓN Y PATRONES DE ACTIVIDAD DEL BUFEO (*TURSIOPS TRUNCATUS*) Y EL DELFÍN MANCHADO (*STENELLA ATTENUATA*) EN EL GOLFO DULCE, EN RELACIÓN CON VARIABLES AMBIENTALES

TESIS SOMETIDA A LA CONSIDERACIÓN DEL PROGRAMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO EN BIOLOGÍA PARA OPTAR POR EL GRADO DE

*MAGISTER SCIENTIAE*

PRISCILLA CUBERO PARDO

CIUDAD UNIVERSITARIA RODRIGO FACIO

1998

## DEDICATORIA

A MI MAMÁ, HYGIA BARDO SÁNCHEZ; A MI PAPÁ, ÁLVARO CUBERO  
RODRÍGUEZ, Y A MI HERMANO ÁLVARO, POR SU AMOR Y SU APOYO; Y  
A LOS DELFINES, POR LO QUE ME HAN ENSEÑADO.

---

## AGRADECIMIENTOS

---

Mi agradecimiento sincero a los miembros de mi comité asesor, Giselle Mora, Juan Bautista Chavarría y José A. Vargas por su guía en este proyecto; a Álvaro Morales por todo su apoyo durante la etapa previa al inicio de la investigación; y a Alejandro Acevedo, por sus valiosísimos aportes en la revisión de este documento.

A Claudio Barrantes, Administrador de la Sede Universitaria de Golfito y Freddy Portilla, del Área de Conservación Osa, en Rincón, por el apoyo logístico brindado. A la familia Fernández Ovares por su colaboración en diversas ocasiones. A Roberto Bolandi por facilitarme una embarcación durante los primeros seis meses de muestreo y al Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura (INCOPECA) en Golfito, por permitir el uso de una embarcación durante los seis meses restantes. A la Escuela de Biología por facilitarme equipo. A Carmen Durán y a Marvin Vargas por su apoyo. A Rafael Arce por su ayuda y guía en la elaboración de los mapas con el Sistema de Información Geográfica. A Álvaro Cubero Pardo, por elaborar la presentación gráfica de esta investigación y a Luis Marín Schumacher, de A.P.R.E.F.L.O.F.A.S., por producir gratuitamente un documental a beneficio de este trabajo.

Gracias infinitas a las personas que colaboraron conmigo en el campo, pues sin ellos nada hubiese sido posible. Gracias a Helena Molina (CR), Ernesto Brugnoli (Uruguay), Patricia Azofeifa (CR), Cristina González (España), Mirja Krüger (Alemania), Javier Rodríguez (CR), Rolf Shönenberger (Suiza), Aneke Bronen (Alemania), Daniel Cuenca (CR), Adrián Suárez (CR), Juan José Alvarado (CR), Luis Marín (CR), Rebeca White (EEUU), Suzan Rugg (EEUU), Bobby Bascomb (EEUU) y Luis Miguel Palmerín (Portugal). Un agradecimiento infinito a 'don Juan José', por su guía y apoyo incondicionales en el trabajo de campo a lo largo de todo el año.

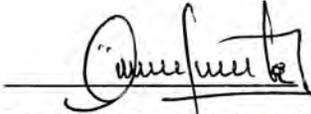
Mi agradecimiento especial a mi padre Álvaro Cubero Rodríguez, a la Empresa Borda Azul, S.A., a la Fundación para la Investigación en la Universidad (FUNDEVI), a la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica por el apoyo financiero a este trabajo. Finalmente, gracias al Centro de Investigaciones en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR), por haber acogido este proyecto y por el apoyo brindado.

Esta tesis fue aceptada por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Biología de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar por el grado de *Magister Scientiae*.



Giselle Mora Mora, Ph.D.

Tutora



Juan Bautista Chavarría, M.Sc.

Asesor



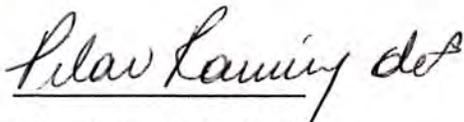
José Vargas Zamora, Ph.D.

Asesor



Alvaro Morales Ramírez, Ph.D.

Representante Directora Programa de  
Posgrado en Biología



Pilar Ramírez F., Ph.D.

Representante Decana SEP



Priscilla Cubero Pardo

Candidata

---

# CONTENIDO

---

Contenido.....	i
Resumen general .....	v
Lista de Cuadros .....	vi
Lista de Figuras .....	vii
Área de Estudio .....	x
Literatura Citada.....	xii
Marco general de la investigación .....	xiii
Capítulo I.....	1
1. Resumen.....	1
2. Introducción .....	2
3. Metodología.....	3
3.1 <i>Análisis univariado</i> .....	6
3.1.1 Patrón espacial de distribución en los delfines .....	6
3.1.2 Variables ambientales asociadas a las áreas de distribución de cada especie de delfines.....	7
3.2 <i>Análisis multivariado</i> .....	7
3.2.1 Relación entre variables ambientales en las áreas de distribución de delfines.....	7
4. Resultados .....	8
4.1 <i>Análisis anuales</i> .....	8
4.1.1 Distribución general.....	8
4.1.2 Patrones de dispersión.....	9
4.1.3 Tamaño de grupo .....	9
4.1.4 Distribución general respecto a la línea costera.....	10
4.1.5 Características de las variables ambientales en las áreas de distribución de ambas especies.....	11
4.1.6 Interacción entre variables ambientales y la distribución de los delfines.....	12
4.2 <i>Análisis estacionales</i> .....	14
4.2.1 Distribución general.....	14
4.2.2 Patrones de dispersión estacionales.....	19
4.2.3 Tamaño de grupo .....	19
4.2.4 Distribución respecto a la línea costera .....	19
4.2.5 Variaciones estacionales en los factores ambientales.....	20

4.2.6 Interacción entre variables ambientales en las áreas de distribución de los delfines, según la época del año.....	21
5. Discusión.....	24
5.1 Patrones de distribución.....	24
5.2 Distancia respecto a la línea costera.....	26
5.3 Influencia de los factores ambientales .....	28
5.4 Estacionalidad en los patrones de distribución .....	29
5.4.1 Bufeo .....	29
5.4.2 Manchado .....	30
5.5 Variaciones estacionales en la interacción de factores ambientales.....	31
5.6 Patrones interanuales de distribución en los delfines del golfo.....	32
<b>Conclusiones.....</b>	<b>33</b>
<b>Literatura Citada.....</b>	<b>35</b>
<b>Capítulo II.....</b>	<b>38</b>
1. Resumen.....	38
2. Introducción.....	39
3. Metodología.....	40
3.1.1 Alimentación .....	41
3.1.2 Desplazamiento .....	42
3.1.3 Socialización .....	42
3.1.4 Merodeo.....	43
3.2 <i>Análisis Estadístico</i> .....	45
3.2.1 Análisis multivariado para los patrones de actividad .....	45
3.2.2 Análisis univariado .....	46
4. Resultados.....	46
4.1 <i>Categorías de comportamiento</i> .....	46
4.1.1 Alimentación .....	46
4.1.2 Desplazamiento .....	46
4.1.3 Socialización.....	46
4.1.4 Merodeo.....	47
4.2 <i>Patrones de comportamiento</i> .....	48
4.2.1 Diurnos .....	48
4.2.2 Estacionales.....	50
4.3 <i>Proporciones relativas en la ocurrencia de actividades a lo largo del día</i> .....	52
5. Discusión.....	53
5.1 <i>Patrones de actividad</i> .....	54
5.1.1 Diurnos .....	54
5.1.2 Estacionales.....	56

Conclusiones.....	57
Literatura Citada.....	58
Capítulo III.....	60
1. Resumen.....	60
2. Introducción.....	61
3. Metodología.....	62
3.1 <i>Análisis Estadístico</i> .....	63
4. Resultados.....	63
4.1 <i>Distribución según las categorías de comportamiento</i> .....	63
4.1.1 Bufeo.....	63
4.1.2 Manchado.....	67
4.2 <i>Características del grupo según la actividad</i> .....	68
4.2.1 Tamaño de grupo.....	68
4.3 <i>Factores ambientales asociados a los distintos tipos de comportamiento</i> .....	69
4.3.1 Distancia respecto a la costa.....	69
4.3.2 Profundidad.....	69
4.3.3 Salinidad.....	70
4.3.4 Temperatura.....	70
4.3.5 Oleaje.....	71
5. Discusión.....	72
5.1 <i>Actividades y su relación con condiciones ambientales</i> .....	72
5.2 <i>Tamaño de grupo</i> .....	74
Conclusiones.....	75
Literatura Citada.....	76
Epílogo.....	78
Apéndice.....	79
1. Patrones diurnos.....	79
1.1 <i>Reporte de Análisis de Correspondencias según los periodos del día para el bufeo</i> .....	79
1.1.1 Sección de valores Eigen.....	79
1.1.2 Sección detallada de la diagramación para Actividad.....	79
1.1.3 Sección de coordenadas principales para el Período - Eje 1.....	80
1.1.4 Sección de coordenadas principales para el Período - Eje 2.....	80
1.2 <i>Reporte de Análisis de Correspondencias según los periodos del día para el delfín manchado</i> .....	80
1.2.1 Sección de valores Eigen.....	80
1.2.2 Sección detallada de la diagramación para Actividad.....	80

1.2.3 Sección de coordenadas principales para el Período - Eje 1 .....	81
1.2.4 Sección de coordenadas principales para el Período - Eje 2 .....	81
2. Patrones estacionales.....	81
2.1 <i>Reporte de Análisis de Correspondencias según la época del año para el bufeo ..</i>	<i>81</i>
2.1.1 Sección de valores Eigen.....	81
2.1.2 Sección detallada de la diagramación para Actividad.....	81
2.1.3 Sección de coordenadas principales para la Estación - Eje 1.....	82
2.1.4 Sección de coordenadas principales para la Estación - Eje 2.....	82
2.2 <i>Reporte de Análisis de Correspondencias según la época del año para el delfín manchado .....</i>	<i>82</i>
2.2.1 Sección de valores Eigen.....	82
2.2.2 Sección detallada de la diagramación para Actividad.....	82
2.2.3 Sección de coordenadas principales para la Estación - Eje 1.....	83
2.2.4 Sección de coordenadas principales para la Estación - Eje 2.....	83

---

## RESUMEN GENERAL

---

Esta investigación fue desarrollada en el Golfo Dulce y se enfocó en el estudio de los patrones de distribución espaciales y temporales del bufeo y el delfín manchado; así como de los patrones diurnos y estacionales de actividad y la relación de actividades particulares con condiciones ambientales y sus áreas espaciales de ocurrencia. Un total de 489 horas de muestreo a lo largo de un período cercano a los doce meses, desde julio de 1996 hasta junio de 1997, revelaron la existencia de patrones de distribución estacionales un tanto variables entre sí, sobre todo para el bufeo, con mayores semejanzas ente la época de principios de lluvia (mayo-agosto) y la época del final de las lluvias (setiembre-diciembre). Comparaciones con un estudio desarrollado a inicios de la década, sugirieron que las variaciones interanuales encontradas pudieron ser resultado de la influencia del fenómeno "El Niño". El Análisis Múltiple Discriminante (MDA), demostró que existe influencia directa de variables ambientales a nivel espacial, pero no temporal. En el primer caso, las áreas de distribución de ambas especies quedaron fuertemente determinadas por la profundidad de la columna de agua; a nivel estacional, la salinidad y la temperatura resultaron ser lo más importante. La importancia de la profundidad fue explicada en términos de necesidades espaciales en los delfines, de acuerdo con el tamaño de los grupos; mientras que la importancia de las otras dos variables fue propuesta en relación con su influencia directa sobre las presas, aunque no sobre los mamíferos. En adición, el conjunto de variables ambientales mostró cambios paulatinos entre las tres épocas del año; es decir, la época seca (enero-abril) fue más semejante en dicho aspecto a la época de principios de lluvia, a la vez que ésta se asemejó más a la época de finales de lluvia. La falta de coincidencia entre tales tendencias y las ocurridas en los patrones de distribución, evidenció que los factores abióticos analizados pasaron a un segundo plano en la definición de patrones de distribución estacionales de los delfines, mientras los recursos alimenticios, en cuanto a composición, distribución y abundancia, fueron el factor primordial. La separación tan marcada en las áreas de distribución de ambas especies de delfines dentro del golfo reforzó la propuesta de que se evaden mutuamente. Las diferencias en los patrones diurnos de comportamiento entre las dos especies, reveladas según el Análisis de Correspondencias (CoA), fue planteado aquí como otra estrategia de evasión competitiva. Aunque al parecer mínimo, el grado de coincidencia en las especies de presas aprovechadas por cada especie de delfín, fue sugerido como una causa que llevó a variaciones en el orden de ocurrencia de las actividades a lo largo del día. Patrones de migración verticales de las presas correspondientes fueron planteados como otra opción con el mismo propósito. A nivel estacional, las semejanzas encontradas en la época seca, respecto a la mayor dedicación de tiempo a actividades alimentarias, y a la época del final de las lluvias, por la ocurrencia más alta de actividades sociales de carácter sexual, fueron explicadas en términos de su importancia para la sobrevivencia, en relación con las características generales del Golfo Dulce, especialmente por su baja productividad relativa. No hubo relación marcada entre actividades y condiciones ambientales particulares, aunque la socialización tendió a ocurrir en zonas, en promedio, más profundas, mientras que las áreas de forrajeo del bufeo presentaron menor temperatura y salinidad promedio en comparación con el delfín manchado. Sólo fue posible distinguir claramente zonas asociadas a forrajeo para cada una de las dos especies; las demás actividades ocurrieron con alto traslape espacial, sobre todo en el caso del delfín manchado. La homogeneidad halotérmica, la alta movilidad de los delfines dentro de sus respectivas áreas de distribución y la falta de influencia directa de los factores abióticos como temperatura y salinidad sobre los mamíferos marinos, fueron planteados como las causas que imposibilitaron la segregación.

---

## LISTA DE CUADROS

---

Cuadro 1. Patrones de dispersión anuales en el bufeo y el delfín manchado en el Golfo Dulce, con base en el promedio de tamaño de grupo. Jul 96-Jun 97. ....	9
Cuadro 2. Promedio aritmético de algunas variables ambientales durante los avistamientos del delfín bufeo y el delfín manchado en el Golfo Dulce (no son consideradas las dos variables que utilizan rangos). Jul 96-Jun 97. ....	12
Cuadro 3. Valores Lambda del MDA al comparar las características ambientales asociadas a las zonas de distribución del bufeo y el delfín manchado con las zonas sin avistamientos. ....	13
Cuadro 4. Valores F para cada variable ambiental en relación con las demás, en las áreas de distribución del bufeo en el Golfo Dulce Jul 96-Jun 97. ....	13
Cuadro 5. Comparación de los patrones de distribución estacionales entre años para el bufeo y el delfín manchado en el Golfo Dulce. Los años 1991-1992, corresponden a Acevedo-Gutiérrez & Bukhart (1998) y los años 1996-1997, corresponden a este estudio. ....	18
Cuadro 6. Patrones de dispersión estacionales para el bufeo y el delfín manchado en el Golfo Dulce, con base en el promedio del tamaño de grupo y bajo un valor de significancia del 95% ( $\alpha = 0.05$ ). Jul 96-Jun 97. ....	19
Cuadro 7. Valores F y Lambda del MDA al comparar las características ambientales asociadas a las zonas de distribución del bufeo entre épocas del año. ....	21
Cuadro 8. Valores F y Lambda del MDA al comparar las características ambientales asociadas a las zonas de distribución del bufeo entre épocas del año. ....	21
Cuadro 9. Valores F para cada variable ambiental en relación con las demás, en las áreas de distribución del bufeo en el Golfo Dulce Jul 96-Jun 97. ....	22
Cuadro 10. Valores F para cada variable ambiental en relación con las demás, en las áreas de distribución del delfín manchado en el Golfo Dulce Jul 96-Jun 97. ....	23
Cuadro 11. Sub-división de las categorías mayoritarias de comportamiento para ambas especies de delfines en el Golfo Dulce. Jul96-Jun97. ....	44

---

## LISTA DE FIGURAS

---

Figura 1. Límite de área estudiada y puntos de muestreo en el Golfo Dulce. Jul 96-Jun 97.....	xiii
Figura 2. Cuadrículas de área variable utilizadas como guía para cubrir el área de estudio. Las líneas continuas representan cuadrículas perpendiculares a la costa; las líneas punteadas representan cuadrículas oblicuas. Jul 96-Jun 97.....	4
Figura 3. Áreas de distribución del bufeo y el delfín manchado en el Golfo Dulce. Jul 96-Jun 97.....	8
Figura 4. Distribuciones de frecuencia del tamaño de grupo del delfín bufeo en el Golfo Dulce. Jul 96-Jun 97.....	10
Figura 5. Distribuciones de frecuencia del tamaño de grupo del delfín manchado en el Golfo Dulce. Jul 96-Jun 97.....	10
Figura 6. Distancias respecto a la costa en las zonas de distribución de los delfines bufeo (Tt) y manchado (Sa) en el Golfo Dulce. Jul 96-Jun 97. ....	11
Figura 7. Diferenciación de las áreas de distribución del bufeo, el delfín manchado y las zonas donde no se avistaron delfines con base en la interacción de variables ambientales. Golfo Dulce, Jul 96-Jun 97. Expresión gráfica del MDA.....	14
Figura 8. Áreas de distribución relacionadas con la época seca para el bufeo y el delfín manchado en el Golfo Dulce. Jul 96-Jun 97.....	15
Figura 9. Áreas de distribución relacionadas con la época de principios de lluvia para el bufeo y el delfín manchado en el Golfo Dulce. Jul 96-Jun 97.....	16
Figura 10. Áreas de distribución relacionadas con la época de finales de lluvia para el bufeo y el delfín manchado en el Golfo Dulce. Jul 96-Jun 97.....	17
Figura 11. Promedio aritmético estacional de la distancia respecto a la costa para el delfín bufeo (cuadrado oscuro) y el delfín manchado (cuadrado claro) en el Golfo Dulce, con límites de confianza de 95%. Jul 96-Jun 97.....	20
Figura 12. Profundidad promedio estacional para el delfín bufeo (cuadrado oscuro) y el delfín manchado (cuadrado claro) en el Golfo Dulce, con intervalos de confianza del 95%. Jul 96-Jun 97.....	20
Figura 13. Relación de factores ambientales según la época del año para las áreas de distribución del bufeo en el Golfo Dulce. Jul 96-Jun 97. Expresión gráfica del MDA.....	23
Figura 14. Relación de factores ambientales según la época del año para las áreas de distribución del delfín manchado en el Golfo Dulce. Jul 96-Jun 97. Expresión gráfica del MDA.....	24
Figura 15. Porcentaje de ocurrencia del bufeo en zonas costeras características dentro del Golfo Dulce. Jul 96-Jun 97.....	26
Figura 16. Porcentaje de ocurrencia de interacciones entre individuos y exhibiciones según la categoría de comportamiento, siendo (PRO), nadar en la proa; (INT), rollos, roces y sacar la cabeza (AGR), persecuciones, luchas y golpes con la cola; (EXH), nadar	

de lado, con el vientre hacia arriba y vueltas; (SAL) saltos altos, de lado, de espalda y al raz; para el bufeo; y el delfín manchado, en el Golfo Dulce. Jul 96-Jun 97.....	47
Figura 17. Caracterización de las actividades según el porcentaje de ocurrencia de algunas sub-categorías, para el bufeo (arriba) y el delfín manchado (abajo), en el Golfo Dulce. Jul 96-Jun 97.....	48
Figura 18. Relación entre el período del día y la actividad de acuerdo con el Análisis de Correspondencias, para el bufeo en el Golfo Dulce. Julio 1996-Junio 1997. ....	49
Figura 19. Relación entre el período del día y la actividad de acuerdo con el Análisis de Correspondencias, para el delfín manchado en el Golfo Dulce. Julio 1996-Junio 1997.	50
Figura 20. Relación entre la estación y la actividad de acuerdo con el Análisis de Correspondencias, para el bufeo en el Golfo Dulce. Jun 96-Jul 97. ....	51
Figura 21. Relación entre la época del año y la actividad según el Análisis de Correspondencias, para el delfín manchado en el Golfo Dulce. Julio 1996-Junio 1997.	52
Figura 22. Proporciones de tiempo invertidas en cada actividad durante el día para el buefo (a) y el delfín manchado (b) en el Golfo Dulce. Jul 96-Jun 97.....	53
Figura 23. Porcentaje de ocurrencia de unidades de acción para el bufeo y el delfín manchado, como rasgos generales de la conducta. (EST) estáticos; (NAD) nadar; (INM) inmersión; (PRO) proa; (CON) roces, rollos y cabeza; (EXH) vientre arriba, lado y vueltas; (AGR) persecuciones, luchas y golpes con la cola; (SAL) saltos. Golfo Dulce. Jul 96-Jun 97.....	54
Figura 24. Áreas de distribución asociadas con el comportamiento alimentario del buefo y el delfín manchado en el Golfo Dulce. Jul 96-Jun 97.....	64
Figura 25. Áreas de distribución asociadas con actividades de desplazamiento del bufeo y el delfín manchado en el Golfo Dulce. Jul 96-Jun 97. ....	65
Figura 26. Áreas de distribución asociadas con el comportamiento social del bufeo y el delfín manchado en el Golfo Dulce. Jul 96-Jun 97.....	66
Figura 27. Áreas de distribución asociadas con el comportamiento de merodeo del buefo y el delfín manchado en el Golfo Dulce. Jul 96-Jun 97.....	67
Figura 28. Tamaño promedio de grupo según la categoría de comportamiento para el buefo (a) y el delfín manchado (b) en el Golfo Dulce. Las barras de error representan intervalos de confianza del 95%.....	68
Figura 29. Distancia promedio respecto a la costa según la actividad para el bufeo (izquierda) y el delfín manchado (derecha) en el Golfo Dulce, con intervalos de confianza del 95%. Jul 96-Jun 97. ....	69
Figura 30. Profundidad promedio según la actividad para el bufeo (izquierda) y el delfín manchado (derecha) en el Golfo Dulce, con intervalos de confianza del 95%. Jul 96- Jun 97. ....	70
Figura 31. Salinidad promedio según la actividad para el bufeo (izquierda) y el delfín manchado (derecha) en el Golfo Dulce, con intervalos de confianza del 95%. Jul 96- Jun 97. ....	70

Figura 32. Temperatura promedio según la actividad para el bufeo (izquierda) y el delfín manchado (derecha) en el Golfo Dulce, con intervalos de confianza del 95%. Jul 96-Jun 97.....	71
Figura 33. Oleaje promedio según la actividad para el bufeo (izquierda) y el delfín manchado (derecha) en el Golfo Dulce, con intervalos de confianza del 95%. Jul 96-Jun 97. ....	71

---

## ÁREA DE ESTUDIO

---

Hasta la fecha se ha documentado un total de 27 especies de cetáceos para Costa Rica (J. Rodríguez F., *en prep.*). El estudio que se presenta en este documento, llevado a cabo en el Golfo Dulce, representa la segunda investigación de campo relativamente extensa realizada al respecto de este grupo en el país. La necesidad de continuar desarrollando esfuerzos en esta área es evidente, sobre todo cuando se sabe que queda todo por descubrir.

El Golfo Dulce tiene un área de aproximadamente 750 Km<sup>2</sup>, y se localiza en la costa sur pacífica de Costa Rica, alrededor de los 08°30' N y 83° 16' O. Su relativa lejanía de la Meseta Central había causado que fuera descuidado desde el punto de vista científico.

Sin embargo, en 1995 el Centro de Investigaciones en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR) de la Universidad de Costa Rica, dio inicio a un Programa de Investigaciones interdisciplinario con duración de cinco años, del cual esta investigación es parte. El propósito del programa ha sido servir como base para determinar causas potenciales de impacto ambiental en relación con actividades en desarrollo y por desarrollar. Además de servir como marco para las políticas de desarrollo sostenible y uso racional de los recursos renovables y no renovables de la zona costera.

Resultados derivados de investigaciones realizadas durante los primeros años de la década de los 70's (Richards *et al* 1971) y durante fines de 1993 a inicios de 1994 (Wolff & Vargas 1994), determinan que el Golfo Dulce posee características geográficas, oceanográficas y ecológicas únicas a lo largo del Pacífico americano.

El golfo ha sido catalogado como un estuario tectónicamente semicerrado, con un umbral poco profundo y caracterizado por la presencia de dos cuerpos de agua que difieren marcadamente en su composición físico química (Hartmann *en prensa*). La fuerte termohaloclina ubicada entre los 40 y 60 m de profundidad evita la mezcla entre el agua superficial y el agua de fondo; además de que la débil estratificación a lo largo de la columna de agua, excepto en los niveles superficiales, causa que los procesos de remoción sean poco frecuentes, hecho que a su vez provoca condiciones anóxicas en las aguas más profundas (Richards *et al* 1971).

La circulación de agua es reducida debido a la topografía del golfo, que se encuentra separado del Océano Pacífico por los bosques montañosos de la Península de Osa. Las mareas dominan la circulación principal de agua (Hartmann *en prensa*) aunque, aparentemente, el sistema local de vientos también ejerce cierta influencia en este aspecto (Wolff & Vargas 1994). La circulación asemeja los sistemas de altas latitudes y hace de Golfo Dulce uno de los únicos cuatro estuarios de este tipo en los trópicos del mundo, similar a los fiordos europeos (Richards *et al* 1971).

Desgraciadamente, algunas de las actividades desarrolladas en las zonas circundantes al golfo y dentro de éste, tales como la deforestación para agricultura, la actividad minera en busca de oro, el puerto libre y el ecoturismo han contribuido a alterar su geografía y equilibrio debido al incremento en la deposición sedimentaria, liberación de materia orgánica, nutrientes, agroquímicos y contaminantes industriales (Hartmann *en prensa*).

Las investigaciones realizadas hasta la fecha en el Golfo Dulce incluyen invertebrados, plancton, peces, aspectos físicos, químicos y geológicos e, incluso, ha sido propuesto un modelo de flujo energético (Monge-Nágera 1996). Un estudio realizado desde mediados de 1991 hasta 1992 sobre diversos aspectos relacionados con el bufeo y el delfín manchado en el Golfo Dulce logró sentar las bases para suponer que ambas especies hacen de esta área su hogar residente (Acevedo 1996).

La relativamente pequeña área del golfo lo convierte en un sitio idóneo para el estudio de ambas poblaciones de delfines, con resultados que pueden ser obtenidos a mediano plazo en aspectos tan complejos como estructura social y dinámica poblacional, por citar algunas. La falsa orca ha sido documentada como una especie que puede ser avistada raramente (Acevedo 1996), mientras que la ballena jorobada parece visitar el Golfo Dulce durante dos épocas del año (Acevedo & Smultea 1995).

---

## L I T E R A T U R A   C I T A D A

---

- Acevedo-Gutiérrez, A. 1995. First records of humpback whales including calves at Golfo Dulce and Isla del Coco, Costa Rica, suggesting geographical overlap of northern and southern hemisphere populations. *Mar.mam.Sci.* 11 (4): 554-560.
- Acevedo-Gutiérrez, A. 1996. Lista de mamíferos marinos en Golfo Dulce e Isla del Coco, Costa Rica. *Rev.Biol.Trop.*, 44(2): 933-934.
- Monge-Nágera, J. (Ed.) 1996. Ecosistemas costeros de Costa Rica con énfasis en el Golfo dulce y áreas adyacentes: una visión sinóptica basada en la expedición del B.O. Víctor Hensen 93/94 y estudios previos. Publicaciones UCR.. *Rev.Biol.Trop.* Vol 44, Suppl. 3. 238 P.
- Richards, F.A., J.J. Anderson and J.D. Cline. 1971. Chemical and physical observations in Golfo Dulce, an anoxic basin in the Pacific coast of Costa Rica. *Limnol. Oceanogr.* 16: 43-50.
- Rodríguez F., J. 1998. Cetáceos de Costa Rica: lista de especies y distribución preliminar. Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica. 32 p. *Mimeo.*
- Wolff M. and J.A. Vargas (editors). R/V *Victor Hensen* Costa Rica Expedition 1993/1994. Cruise report of the Center for Tropical Marine Ecology (ZMT). Bremen, Germany, 109 PP.

---

## MARCO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN

---

El área de estudio fue limitada desde Bahía Rincón en el noroeste hasta la línea imaginaria de Punta Tigrito a la entrada de Bahía Pavón, en el sur (Figura 1). Fueron realizados 91 recorridos durante un período cercano a los doce meses, desde julio de 1996 hasta junio de 1997. De 489 horas invertidas en la búsqueda, 114 horas (23.31% del tiempo) correspondieron a avistamientos. El bufeo fue avistado 123 veces, por un total de 91.53 horas, y el delfín manchado fue visto 17 veces, por 22.67 horas en total. Durante los recorridos se siguieron cuadrículas de área variable como método sistemático para cubrir el área, tal y como se describe en el Capítulo I.

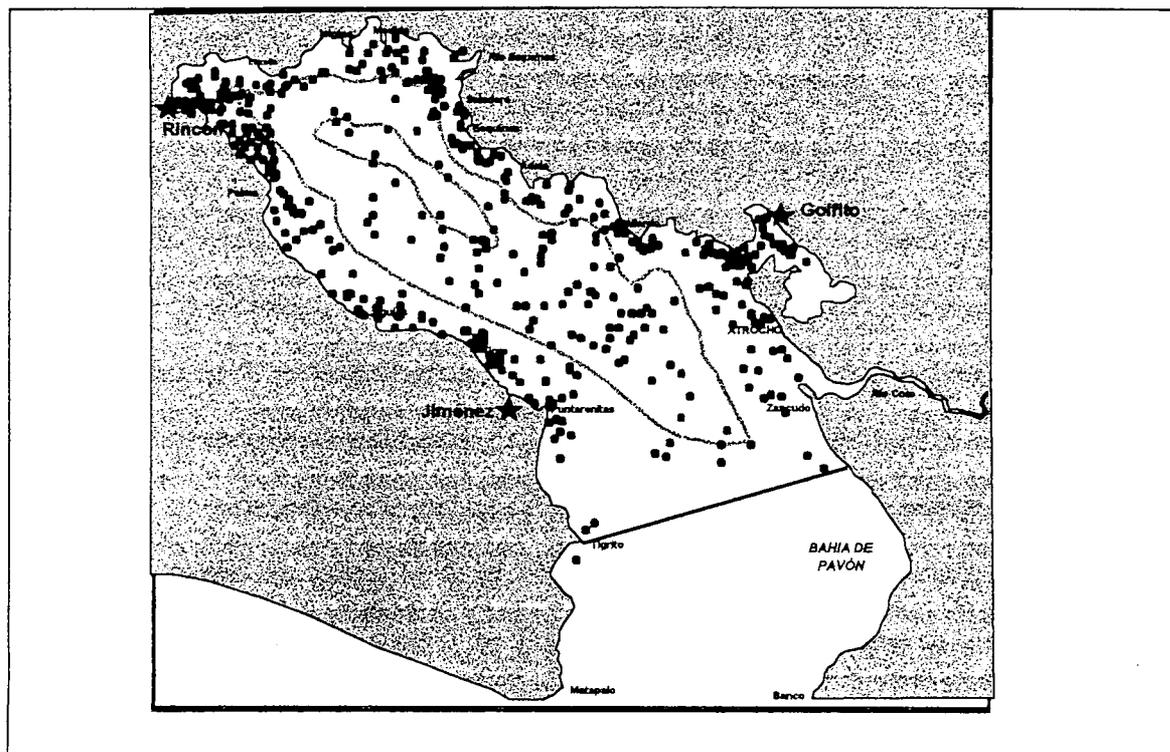


Figura 1. Límite de área estudiada y puntos de muestreo en el Golfo Dulce. Jul 96-Jun 97.

Cada día abarcó un período de muestreo con promedio de 5.4 horas. Los avistamientos considerados para el análisis abarcaron ámbitos de observación de 15 minutos hasta 5 horas, e implicaron un solo grupo a la vez. Al inicio de cada avistamiento y al término de cada hora dentro del mismo, fueron medidas variables ambientales, establecida la posición geográfica, con el uso de un navegador portátil, y clasificado el comportamiento en categorías y sub-categorías discretas. La medición de variables al término de cada hora derivó en un número de muestras mayor que el número de avistamientos total. Algunos datos perdidos dieron como resultado tamaños de muestra variables según el análisis aplicado.

Las preguntas planteadas inicialmente fueron las siguientes:

¿Cuáles son los patrones de distribución de ambas especies de delfines dentro del Golfo Dulce?

¿Cuáles son las variables ambientales asociadas a las áreas de distribución de cada una de las dos especies?

¿Se parecen los patrones de distribución de ambas especies en 1995-1996 a los encontrados en 1991-1992 (Acevedo-Gutiérrez & Bukhart 1998)?

¿Realizan los delfines de ambas especies actividades diferentes según la hora del día y la época del año? ¿Existen semejanzas entre las dos especies en ambos aspectos?

¿Cuáles son las características ambientales asociadas a las actividades que realizan los delfines?

¿Coinciden las actividades realizadas por los delfines de ambas especies con áreas de distribución definidas?

---

## **Organización del documento**

---

Este documento consta de tres capítulos escritos a manera de artículo científico, siguiendo el formato de la Revista de Biología Tropical; cada uno de ellos responde preguntas específicas.

En el Capítulo I son determinados los patrones de distribución espacial y estacional del bufeo y el delfín manchado, y se caracterizan factores ambientales en las áreas de distribución de ambas especies; en adición, es realizada una comparación con

los patrones de distribución encontrados en el estudio desarrollado a principios de la década de los 90 (Acevedo-Gutiérrez & Bukhart 1998).

En el Capítulo II se definen los patrones de actividad diurnos y estacionales de ambas especies y se establecen comparaciones interespecíficas entre los mismos. En el Capítulo III son estudiadas las características ambientales asociadas a las actividades de ambas especies de delfines y se establecen las zonas utilizadas por cada una según la actividad.

# CAPÍTULO I

---

## INFLUENCIA DE CONDICIONES AMBIENTALES EN LA ESCOGENCIA DE LAS ÁREAS DE DISTRIBUCIÓN POR PARTE DEL BUFEO (*TURSIOPS TRUNCATUS*) Y EL DELFÍN MANCHADO (*STENELLA ATTENUATA*) EN EL GOLFO DULCE.

---

### 1. RESUMEN

---

Aunque varios estudios han demostrado que factores ambientales específicos influyen más que otros sobre las áreas utilizadas por los cetáceos, según la especie y el área de que se trate, los tipos de factores pueden variar. En este estudio, las combinaciones de variables ambientales que influyeron en la distribución de cada especie en el Golfo Dulce fueron distintas tanto a nivel espacial como estacional. El análisis MDA definió a la profundidad, la salinidad y la distancia de la costa, respectivamente, como los principales factores influyentes en el escogimiento de las áreas de distribución de ambas especies y, a nivel estacional, la salinidad presentó las mayores variaciones en las zonas utilizadas por ambas especies. El delfín manchado se asoció a zonas significativamente más alejadas de la costa, más profundas y de mayor salinidad en comparación con el delfín bufeo y, en general, este último fue avistado bajo condiciones más calmas de oleaje, estado superficial del mar, nubosidad y viento. Los patrones de distribución encontrados aquí mostraron ciertas diferencias con los correspondientes a un estudio realizado a inicios de la década. Los patrones de dispersión de ambas especies coincidieron con el patrón agregado (o de formación de grupos) tanto a nivel anual como estacional, y fueron explicados sobre todo en términos de tamaño de grupo y su relación con los depredadores, los requerimientos espaciales, y lo predecible del recurso alimenticio de acuerdo con variaciones en productividad según la época del año. Al comparar con el estudio previo, se concluyó que la poca variabilidad general en las condiciones físicas del agua pudo ser la responsable de la falta de consistencia en los patrones interanuales para ambas especies. A diferencia del mismo, esta investigación sugiere que el bajo traslape espacial, pero no tem-

poral, que pueda ocurrir en algunas zonas de la distribución de ambas especies no debe significar un problema en términos de competencia.

---

## 2. INTRODUCCIÓN

---

En general, la distribución espacial y temporal de los cetáceos se halla bajo la influencia de una serie de factores ambientales, como las variables físico-químicas y climatológicas; factores bióticos, como la competencia y la depredación; y factores antropogénicos como la actividad pesquera y el tráfico de botes, entre otros (Au *et al* 1979; Jefferson *et al* 1993). Las interacciones que se dan entre distintos aspectos varían según el área de que se trate (Jefferson *et al* 1993; T.I.O. 1995).

Específicamente, variaciones en la temperatura y salinidad de diferentes masas de agua influyen grandemente en las distribuciones de diferentes especies (Dolh *et al* 1986; Evans 1987). En el Pacífico Oriental Tropical, diferencias marcadas de temperatura superficial en, al menos, 5 grados, y de salinidad en 2 ó más unidades, hacen posible distinguir dos comunidades de delfines (Au *et al* 1979). Kenney (1990) determinó que zonas de distribución costeras y abiertas de poblaciones de bufeo varían de manera significativa en los valores de temperatura superficial, aunque no así en los valores de profundidad. Otros estudios han encontrado diferencias en lo referente a distancia respecto a la costa (Balylock & Austin 1982) y profundidad (Blaylock & Austin 1982; Davis *et al* 1995) al comparar entre dos especies que comparten un área geográfica. En el noreste de los Estados Unidos, el bufeo parece preferir zonas significativamente menos profundas en comparación con el delfín manchado (Kenney 1990). Al establecer comparaciones interanuales en los patrones de distribución han sido encontradas variaciones muy marcadas en algunos casos (Reilly 1990; Perrin *et al* 1991).

Un estudio realizado en Golfo Dulce determinó que las dos especies traslapan solamente en muy pocas zonas de sus respectivas áreas de distribución y que, para cada especie, la distribución tanto espacial como estacional está correlacionada con una

combinación diferente de variables ambientales (Acevedo-Gutiérrez & Bukhart 1998). Además fueron halladas variaciones estacionales en la distribución de ambas especies, lo cual ha sido encontrado también por investigaciones realizadas en otras regiones tanto para el delfín bufeo (Kenney 1990), como para el delfín manchado (Reilly 1990).

Los objetivos de este capítulo se basaron en determinar los patrones de distribución anuales y estacionales del bufeo y el delfín manchado en el Golfo Dulce, así como en caracterizar dichas áreas de acuerdo con algunas variables ambientales y sus interacciones. Como un interés adicional fue propuesto definir semejanzas y diferencias entre los patrones a ser encontrados en este estudio respecto a la información análoga existente respecto al golfo.

El delfín bufeo se distribuye especialmente en regiones costeras, mientras que el delfín manchado prefiere aguas pelágicas (Jefferson *et al* 1993; Sylvestre 1993). Con base en tales tendencias generales y en las marcadas diferencias estacionales encontradas por Acevedo-Gutiérrez & Bukhart (1998), se predijo que tanto las áreas como los patrones de distribución de ambas especies serían diferentes en términos generales, con mayores posibilidades de encontrar al bufeo especialmente cerca de las orillas. Asimismo, las variaciones anuales en los patrones de distribución encontradas en otras regiones (Perrin *et al* 1991) y dentro del mismo Golfo Dulce (Acevedo-Gutiérrez & Bukhart 1998), llevó a suponer que los patrones de distribución podrían diferir de los encontrados en el estudio previo.

---

### 3. METODOLOGÍA

---

El Golfo Dulce tiene forma de ‘cazuela’, con pendientes costeras pronunciadas y una profundidad máxima de 210 metros en su parte interna (Hebbeln *et al* 1996). La influencia de aguas oceánicas queda relativamente limitada en esa parte debido a la presencia de un montículo cercano a la boca. La misma, presenta una mezcla de condiciones neríticas y oceánicas, las cuales se reflejan en la composición biológica de dis-

tintos grupos taxonómicos (Molina-Ureña 1996; Morales 1996). A pesar de la falta de planificación en la actividad pesquera (Segura & Campos 1990), hasta la fecha, el golfo parece ofrecer condiciones apropiadas para mantener especies pelágicas; de hecho, los delfines parecen consumir el mínimo de biomasa comparados con otras especies del mismo nivel (Wolff *et al* 1996).

Este estudio fue desarrollado en un área artificialmente delimitada, como se describe en la sección de *Marco general de la Investigación*. Para cubrir el área limitada para el estudio se recorrieron cuadrículas de área variable tomando como referencia las puntas sobresalientes a lo largo de las costas (Figura 2).

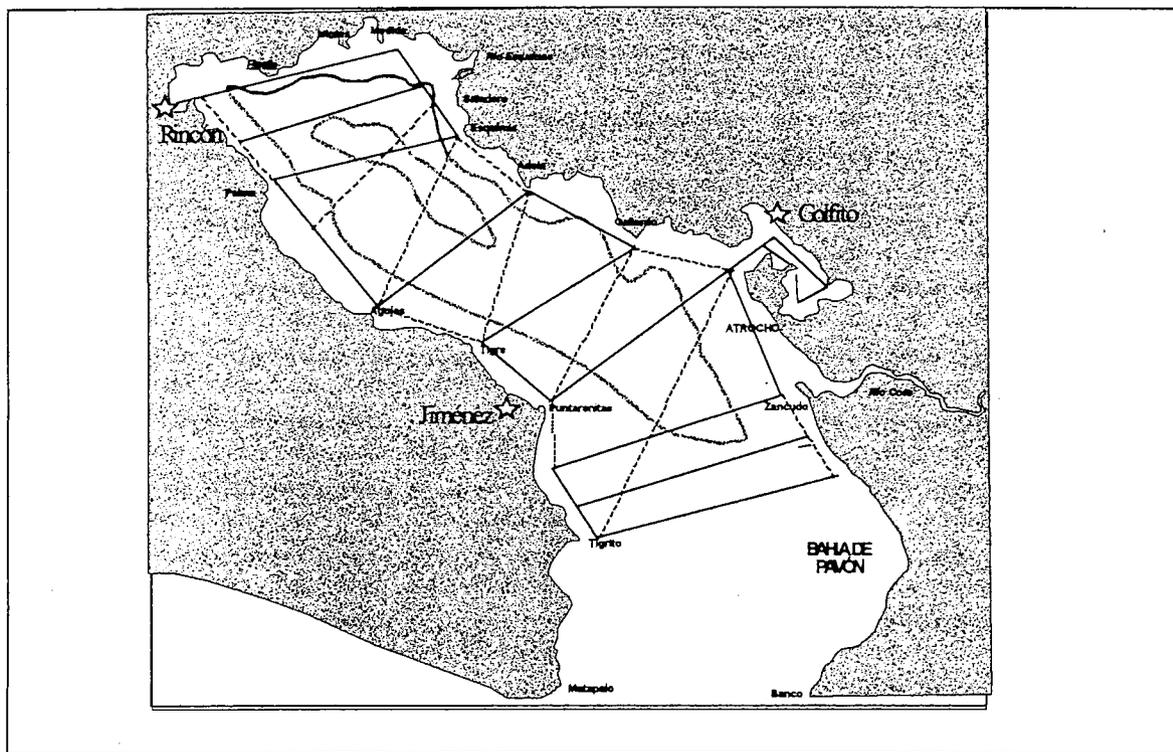


Figura 2. Cuadrículas de área variable utilizadas como guía para cubrir el área de estudio. Las líneas continuas representan cuadrículas perpendiculares a la costa; las líneas punteadas representan cuadrículas oblicuas. Jul 96-Jun 97.

Los recorridos fueron conducidos en un bote con motor fuera de borda a una velocidad de 18 a 20 Km/h, la cual fue determinada con la ayuda de un navegador

portátil ("GPS"). En la presencia de delfines, la velocidad del bote fue reducida a un mínimo de 2.0 Km/h para tomar datos ambientales.

En cada visita mensual se dedicaron cuatro días desde Bahía Rincón hasta el límite Adela - Agujas (sub-área 1), y cuatro días desde dicho límite hasta Pavones - Tigrito (sub-área 2). Las cuadrículas, elegidas al azar en cada día de muestreo y dentro de cada sub-área, sirvieron como guía sistemática de cobertura hasta el momento en que un grupo fue visualizado. Cuando el grupo se perdió de vista, se volvió al recorrido en busca de un nuevo grupo. En cada día de muestreo se cubrió un período de 4 a 10 horas, según lo permitieran las condiciones climáticas.

Para determinar la distribución de ambas especies tanto a nivel estacional como anual, se utilizó un sistema de navegación portátil ("GPS") *Garmin*. Las coordenadas geográficas obtenidas con este sistema fueron luego convertidas a coordenadas métricas utilizando el programa *Convert* (por: Marlon Molina) que, a su vez, podían ser ubicadas en el mapa del Golfo Dulce mediante el software *MapInfo* del Sistema de Información Geográfica. La distancia respecto a la costa fue estimada en cada caso con base en un valor conocido, dado por el sistema de navegación portátil respecto a un punto previamente programado.

Con el fin de definir algunos factores ambientales relacionados con las zonas de distribución de los delfines, fueron medidas la temperatura superficial del agua (C), utilizando un termómetro digital *Radio Shack*; la salinidad (ppm), utilizando un refractómetro; y la profundidad (m), con base en un mapa batimétrico. Así mismo, fueron estimados la velocidad del viento, el porcentaje de cobertura nubosa, el oleaje (m) y el estado de la superficie del mar.

Para estimar la última variable, fue utilizada la escala de Beaufort, donde 1 implicó ausencia total de ondas; 2 reflejó presencia de pequeñas ondas sin espuma; 3 incluyó formación de espuma en algunas crestas, y 4 la formación de crestas con rompi-

miento y más espuma (WCI 1995). Adicionalmente se registraron la fecha, la hora y el número de individuos por grupo.

La toma de variables ambientales fue realizada a intervalos regulares aproximados a los 60 minutos desde el inicio hasta el fin de cada recorrido diario, hubiera o no delfines presentes. Por tanto, dichos registros no dependieron de estaciones pre-establecidas.

Para cualquier efecto, un grupo fue definido como cualquier número de delfines observado en asociación aparente, moviéndose en la misma dirección y a menudo, pero no siempre, involucrado en la misma actividad (Shane 1990b).

### **3.1 ANÁLISIS UNIVARIADO**

#### *3.1.1 Patrón espacial de distribución en los delfines*

Para detectar el *patrón espacial* de ambas especies en el área delimitada para el estudio fue aplicado el *Índice de dispersión espacial* desarrollado por Gutiérrez-Espeleta (1995):

$$I = s^2/\chi = \sum (x-\chi)^2 / \chi (n - 1)$$

donde,

$s^2$  = varianza

$\chi$  = promedio aritmético

$n$  = tamaño de muestra

y,

$I < 1$  (uniforme)

$I = 1$  (aleatorio)

$I > 1$  (agregado o en grupos)

La significancia de su alejamiento respecto a la unidad (= 1) fue probada usando una aproximación al Chi-cuadrado, con la expresión:

$$x^2 = l(n-1) = \sum (x - \chi)^2 / \chi = s^2(n-1) / \chi_i$$

cuando  $x^2$  está entre  $L(x^2_{(n-1, 1-\alpha/2)})$  y  $U(x^2_{(n-1, \alpha/2)})$  puede ser rechazada la hipótesis nula que asume un patrón de dispersión aleatorio.

### 3.1.2 Variables ambientales asociadas a las áreas de distribución de cada especie de delfines

Las comparaciones entre especies respecto al tamaño de grupo, a cada variable ambiental y a la distancia de la costa fueron realizadas usando pruebas t-student. A nivel estacional, tales comparaciones fueron hechas utilizando ANDEVA's factoriales. Para establecer diferencias en la frecuencia de uso de zonas específicas dentro de las áreas de distribución de cada especie se utilizó un Chi-cuadrado. El año fue dividido en tres épocas climáticas con base en Acevedo-Gutiérrez & Bukhart (1995), a saber: época seca (enero - abril), principios de lluvia (mayo - agosto); y finales de lluvia (septiembre - diciembre). Las mismas son codificadas en los resultados como *Seca*, *P. lluvia* y *F. lluvia*, respectivamente.

## 3.2 ANÁLISIS MULTIVARIADO

### 3.2.1 Relación entre variables ambientales en las áreas de distribución de delfines

Bajo la expectativa de que cada especie mostraría preferencias claras por conjuntos de condiciones ambientales particulares, tanto a nivel espacial como temporal, fue utilizado el Análisis Múltiple Discriminante (MDA) ([www.ncss.com/html/ncsswin.html](http://www.ncss.com/html/ncsswin.html)), considerando como categorías de agrupación *a priori*:

- 1) los registros donde fueron avistados los buefos (Sp1), los manchados (Sp2), y aquellos donde no fueron avistados delfines (Sp0), para la caracterización espacial y
- 2) las tres épocas del año en cada especie por separado, para el análisis estacional.

---

## 4. RESULTADOS

---

### 4.1 ANÁLISIS ANUALES

#### 4.1.1 Distribución general

En ningún caso, las dos especies fueron vistas juntas y el nivel de traslape fue mínimo. Cada una ocupó regiones marcadamente diferentes en el golfo (Figura 3).

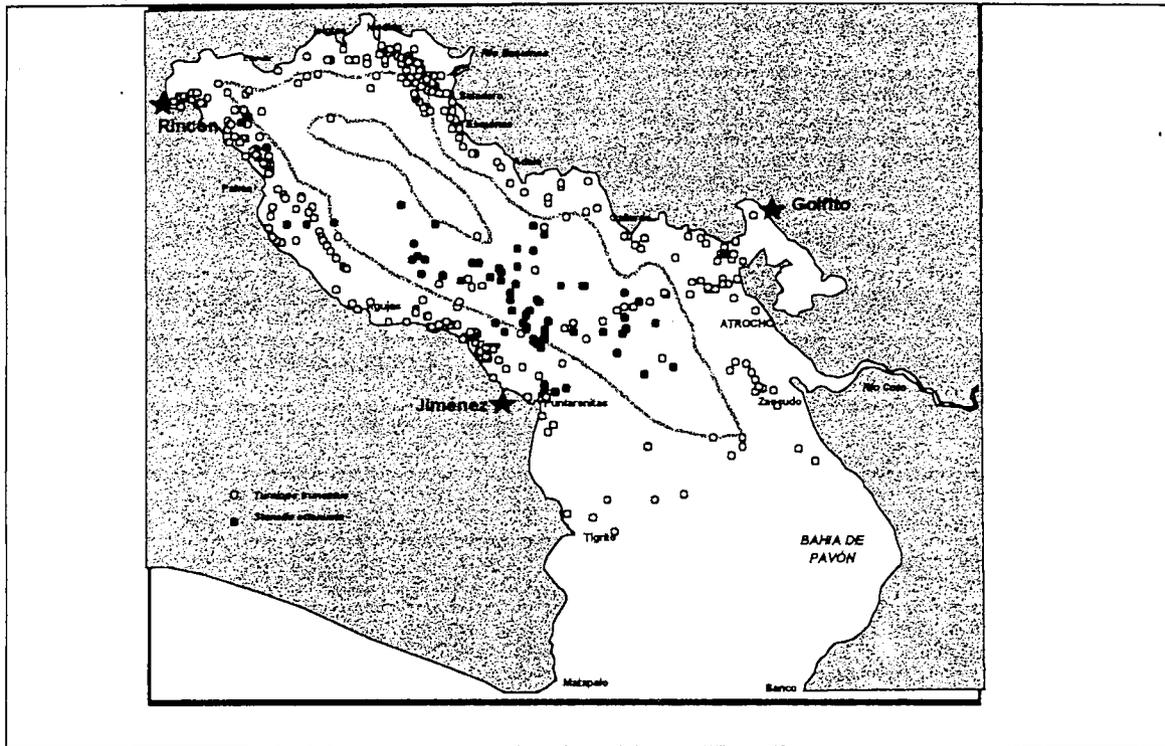


Figura 3. Áreas de distribución del bisfo y el delfín manchado en el Golfo Dulce. Jul 96-Jun 97.

En la figura previa —y en sus homólogas a lo largo del texto—, cada punto coloreado muestra la posición de un grupo en correspondencia con el momento en que las variables ambientales eran registradas cada 60 minutos, por lo cual distintos puntos pueden reflejar un mismo grupo.

#### 4.1.2 Patrones de dispersión

Ambas especies mostraron patrones de dispersión anuales de tipo agregado, es decir, los individuos no se distribuyeron al azar, sino que formaron grupos definidos. Esto queda determinado por el promedio de tamaño de grupo, el cual es menor que la varianza, además de que el índice de dispersión es mayor que 1 (Gutiérrez-Espeleta 1995). Los niveles de agregación o agrupación fueron mayores en el caso del delfín manchado, cuyo valor  $I$  es superior, lo cual implica una población menos dispersa dentro del área considerada (Cuadro 1). Tanto para el bufeo ( $\chi^2 = 370.11$ ,  $\alpha = 0.05$ , 156 g.l.) como para el delfín manchado ( $\chi^2 = 3820.20$ ,  $\alpha = 0.05$ , 50 g.l.), los resultados fueron significativos.

Cuadro 1. Patrones de dispersión anuales en el bufeo y el delfín manchado en el Golfo Dulce, con base en el promedio de tamaño de grupo. Jul 96-Jun 97.

	<b>Bufeo</b>	<b>Manchado</b>
<i>Muestra*</i>	120	19
<i>Promedio</i>	5.858	78.632
<i>Varianza</i>	13.99	6007.80
<i>Índice dispersión</i>	2.39	76.40

#### 4.1.3 Tamaño de grupo

El tamaño promedio de grupo en el delfín manchado fue significativamente mayor que en el bufeo que en el bufeo ( $t = 10.376$ ,  $p = 0.000$ ,  $n = 139$ ) (Cuadro 1). En el bufeo dominaron los grupos de 2 a 7 individuos (Figura 4). En el manchado, dominaron las agrupaciones de más de 50 individuos (Figura 5).

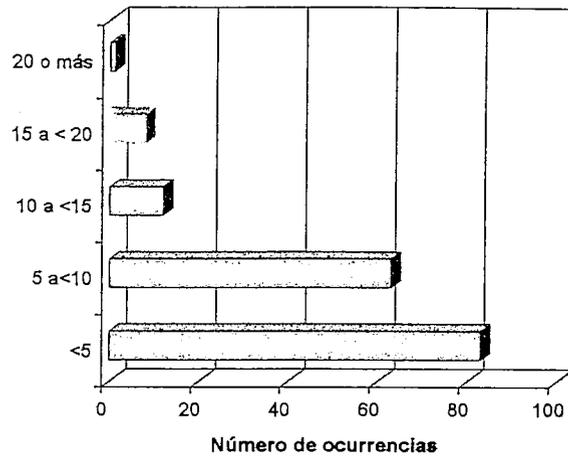


Figura 4. Distribuciones de frecuencia del tamaño de grupo del delfín bufeo en el Golfo Dulce. Jul 96-Jun 97.

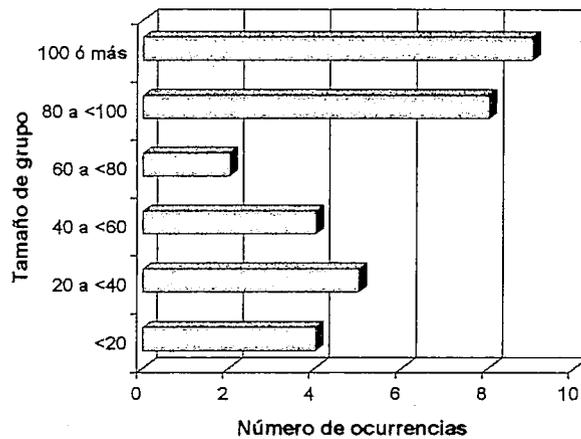


Figura 5. Distribuciones de frecuencia del tamaño de grupo del delfín manchado en el Golfo Dulce. Jul 96-Jun 97.

#### 4.1.4 Distribución general respecto a la línea costera

El delfín manchado se observó a mayor distancia de la costa que el bufeo ( $t = -9.255$ ,  $p = 0.000$ ,  $n = 202$ ). El bufeo ocupó zonas con distancias respecto a la costa entre 20 y 6,000 metros, con un promedio de  $1,203.20 \pm 1,433.0$  metros ( $n = 171$ ). El delfín manchado ocupó zonas con distancias respecto a la costa entre 400 y 7,000 metros, con promedio de  $3,843.50 \pm 1,612.6$  metros ( $n = 31$ ) (Figura 6).

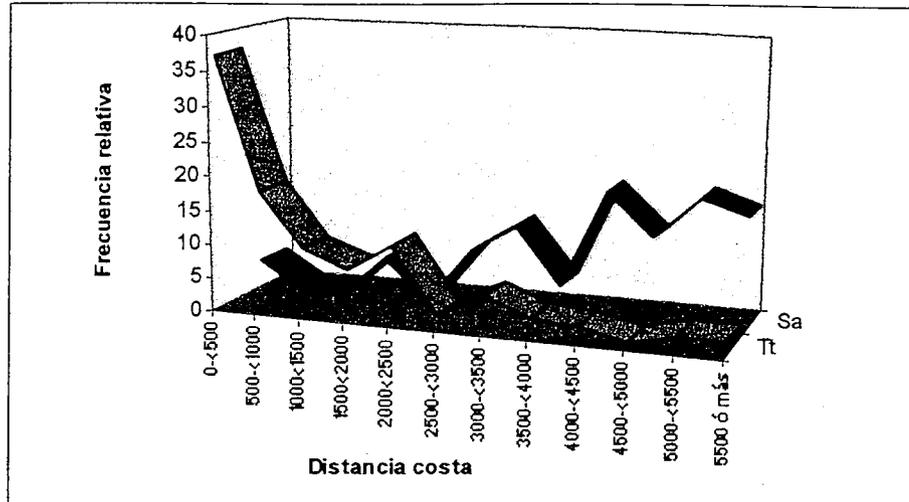


Figura 6. Distancias respecto a la costa en las zonas de distribución de los delfines bufeo (Tt) y manchado (Sa) en el Golfo Dulce. Jul 96-Jun 97.

El bufeo mostró preferencias por distancias respecto a la costa menores a los 2,500 metros en la gran mayoría de los casos (83,44%,  $n = 171$ ). Lo contrario ocurrió con el delfín manchado, el cual fue hallado generalmente a distancias de la costa mayores a los 2,500 metros (89,80%,  $n = 31$ ). En consecuencia, este estudio clasifica como *costera* toda aquella posición menor a los 2,500 metros respecto a la línea terrestre y como *central* toda aquella que exceda dicho límite.

#### 4.1.5 Características de las variables ambientales en las áreas de distribución de ambas especies

El delfín manchado se asoció a profundidades mayores que el bufeo ( $t = -9.761$ ,  $p = 0.000$ ,  $n = 202$ ). El ámbito de profundidades en el caso del delfín manchado fue de 17 a 200 metros, con promedio de  $92.7 \pm 22.32$  metros ( $n = 31$ ). El bufeo utilizó zonas de 1 a 110 metros de profundidad, con promedio de  $34.19 \pm 31.9$  metros ( $n = 171$ ).

El delfín bufeo fue hallado en zonas de menor salinidad que el delfín manchado ( $t = -3.538$ ,  $p = 0.001$ ,  $n = 202$ ), con un ámbito de salinidad de 0 a 35 ppm y promedio de  $25.8 \pm 6.96$  ppm ( $n = 171$ ). El área de distribución del delfín manchado presentó un promedio de salinidad de  $30.1 \pm 1.98$  ( $n = 31$ ) y un ámbito de 27 a 34.5 ppm.

No hubo diferencias significativas en lo referente a la temperatura superficial del agua de las zonas de distribución de ambas especies ( $t = -0.635$ ,  $p = 0.526$ ,  $n = 202$ ), para las cuales los promedios correspondieron, respectivamente, a  $29.48 \pm 1.51$  ( $n = 171$ ) para el bufeo y  $29.66 \pm 1.06^\circ\text{C}$  ( $n = 31$ ) para el delfín manchado.

En la mayoría de las ocasiones (moda) durante los avistamientos de ambas especies no hubo brisa (velocidad del viento = 0 Km/h) ni oleaje, y el estado superficial del agua alcanzó niveles mínimos de 1 ó 2 (manchado y delfín bufeo, respectivamente), con pequeñas crestas y sin formación de espuma. Si bien la cobertura nubosa promedio fue mayor para el delfín manchado, la condición más común en su presencia fue del 50% versus 80% en los casos del delfín bufeo.

Aunque en pocas ocasiones el delfín bufeo fue avistado en condiciones de oleaje aproximado a los 1,5 metros; el delfín manchado nunca fue visto con oleaje mayor a los 0,4 metros. Si bien no fueron halladas diferencias significativas para ningunas de las condiciones ambientales mencionadas, las tendencias muestran que el manchado fue avistado aún cuando las condiciones fueron menos favorables (Cuadro 2).

*Cuadro 2. Promedio aritmético de algunas variables ambientales durante los avistamientos del delfín bufeo y el delfín manchado en el Golfo Dulce (no son consideradas las dos variables que utilizan rangos). Jul 96-Jun 97.*

	Velocidad viento (Km/h)		Nubosidad (%)		Oleaje (m)	
	Bufeo	Manchado	Bufeo	Manchado	Bufeo	Manchado
Muestra (n)	171	31	171	31	171	31
Promedio ( $\bar{x}$ )	2,8	4,2	36,24	63,29	0,1	0,1
D.E.	3,58	4,30	27,50	29,03	0,23	0,16

#### 4.1.6 Interacción entre variables ambientales y la distribución de los delfines

Al comparar las condiciones asociadas con las áreas donde el bufeo ( $n = 171$ ) y el delfín manchado ( $n = 31$ ) fueron avistados con aquellas bajo las cuales no se dieron avistamientos ( $n = 324$ ), la prueba de Wilks del Análisis Múltiple Discriminante (MDA) reveló menores diferencias entre las condiciones de las áreas del bufeo y las zonas sin

avistamientos, en comparación con las áreas del delfín manchado y las zonas sin avistamientos. Al mismo tiempo, las condiciones asociadas con las áreas de distribución de ambas especies difirieron mayormente entre sí de lo que lo hicieron respecto a las zonas sin avistamientos (Wilks = 9.7236,  $p = 0.000$ ,  $n = 526$ , 12 g.l.) (Cuadro 3).

*Cuadro 3. Valores Lambda del MDA al comparar las características ambientales asociadas a las zonas de distribución del bufeo y el delfín manchado con las zonas sin avistamientos.*

<b>Matriz F entre grupos</b>	<b>Df = 6</b>	<b>518</b>	
<i>Sin avistamientos</i>	0.0		
<i>Bufeo</i>	3.554	0.0	
<i>Manchado</i>	14.376	18.646	0.0

### **Lambda de Wilks**

Lambda = 0.8078; df = 6 2 523  
 Approx. F= 9.7236; df = 121036; prob = 0.0000

De acuerdo con el MDA, del conjunto de variables ambientales, la profundidad, la salinidad y la distancia respecto a la costa —en ese orden—, tienen la mayor influencia en las diferencias de distribución de ambas especies en el Golfo Dulce; sin embargo, la última variable no resultó tan importante (Cuadro 4; Figura 7).

*Cuadro 4. Valores F para cada variable ambiental en relación con las demás, en las áreas de distribución del bufeo en el Golfo Dulce Jul 96-Jun 97.*

<b>Variable</b>	<b>F-a-remover</b>	<b>Tolerancia</b>
<i>Temperatura</i>	1.76	0.884650
<i>Salinidad</i>	8.01	0.867858
<i>Profundidad</i>	9.93	0.471932
<i>Velocidad viento</i>	0.22	0.890114
<i>Oleaje</i>	0.63	0.897103
<i>Distancia de la costa</i>	4.35	0.473196

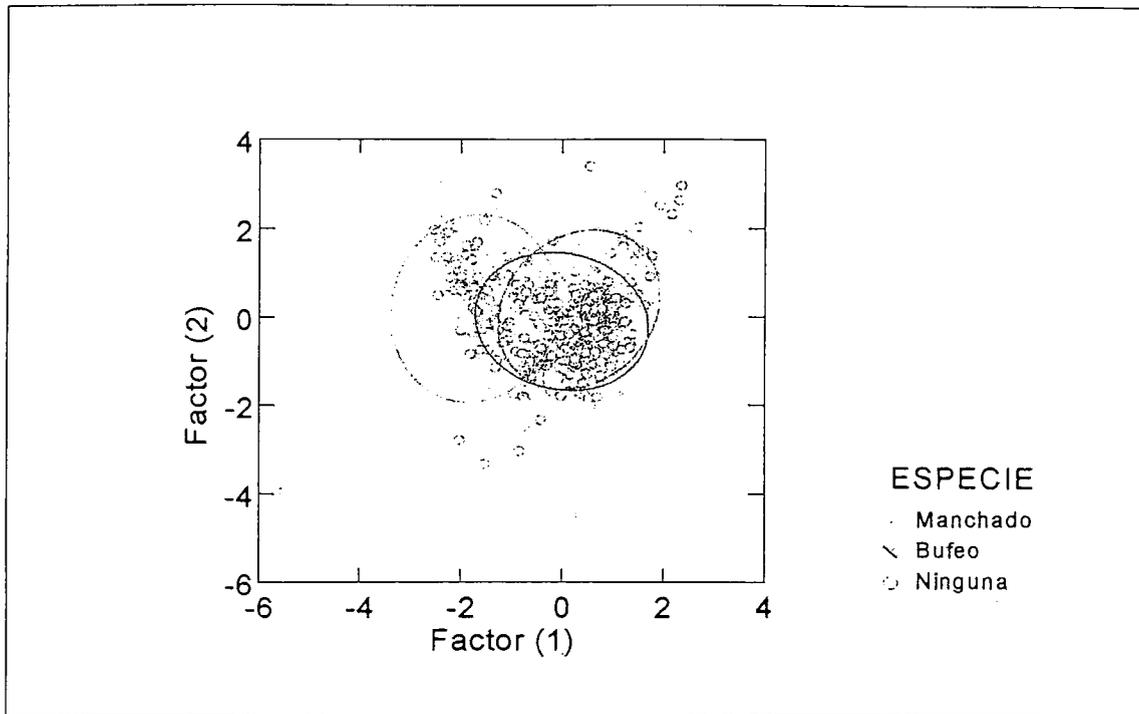


Figura 7. Diferenciación de las áreas de distribución del bufeo, el delfin manchado y las zonas donde no se avistaron delfines con base en la interacción de variables ambientales. Golfo Dulce, Jul 96-Jun 97. Expresión gráfica del MDA.

## 4.2 ANÁLISIS ESTACIONALES

### 4.2.1 Distribución general

Para las siguientes descripciones, el área de estudio será clasificada en:

Parte interna (Costa Norte hasta Agujas - Gallardo)

Parte media (Agujas - Gallardo hasta Puntarenitas - Zancudo)

Parte externa (Puntarenitas - Zancudo hasta Tigre - Pavones)

#### A) Época seca (Figura 8)

En la parte interna del golfo, el bufeo fue hallado preferentemente cerca de las bocas de los ríos Rincón y Esquinas; el uso de la costa norte fue mínimo. En la parte media se concentró a lo largo de ambas costas, y en la parte externa utilizó especial-

mente la zona central. Al delfín manchado se le localizó sobre todo en la parte media del golfo, especialmente en la zona central, con relativo uso de la costa occidental.

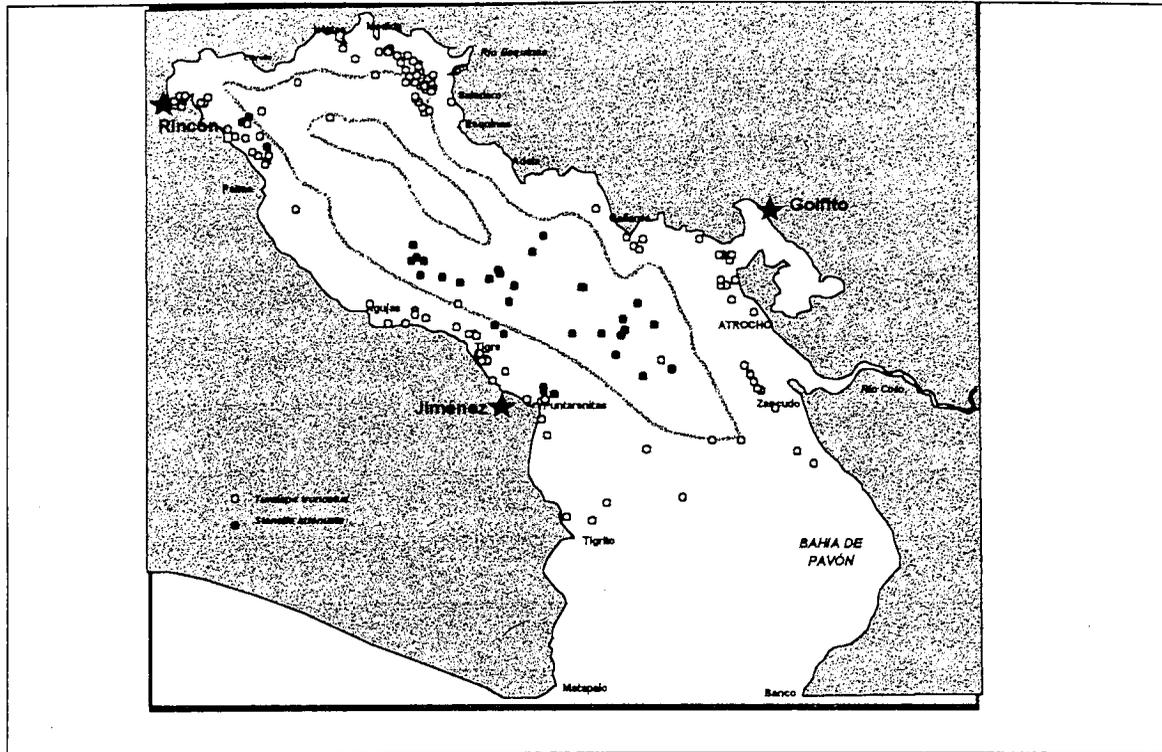


Figura 8. Áreas de distribución relacionadas con la época seca para el bufeo y el delfín manchado en el Golfo Dulce. Jul 96-Jun 97.

### B) Época de principios de lluvia (Figura 9)

El bufeo utilizó un mayor ámbito de la costa norte e hizo uso prácticamente continuo de las costas oriental y occidental a lo largo de las partes interna y media del golfo. Tanto en la parte media como en la externa usó la zona central. El delfín manchado fue avistado más hacia el noroeste en comparación con las otras épocas, además de que su distribución tuvo más tendencia hacia la costa oeste, sin dejar de ser preferentemente central.

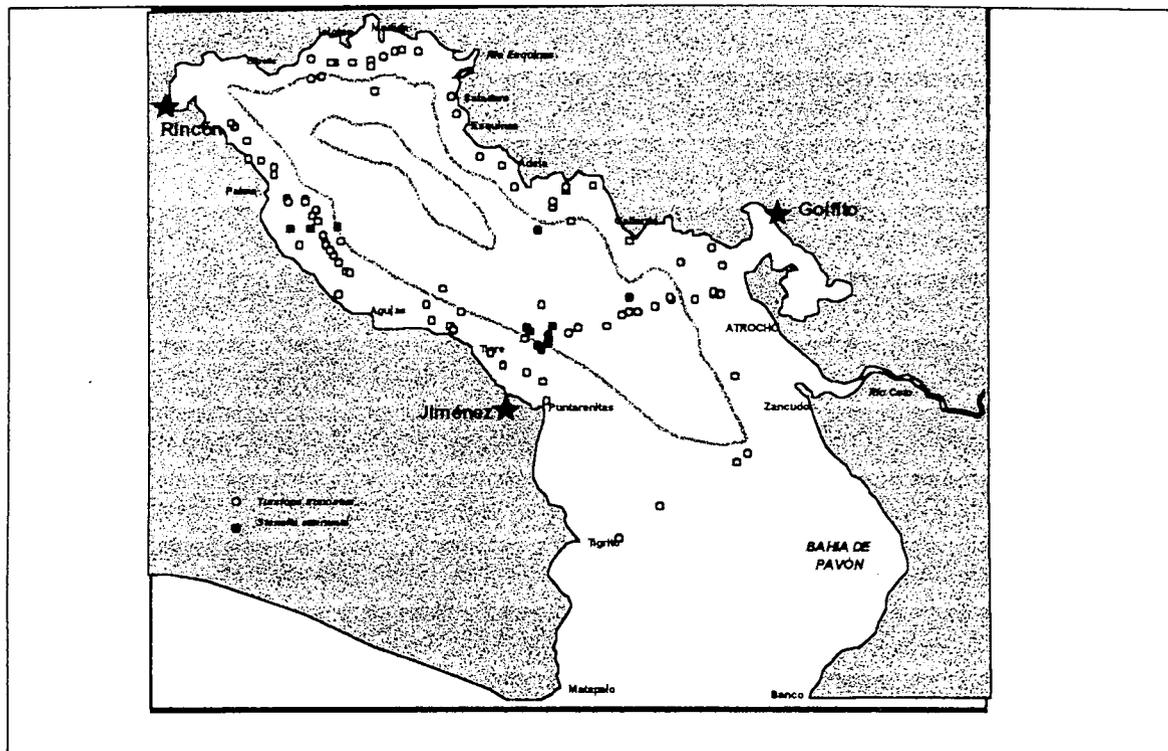


Figura 9. Áreas de distribución relacionadas con la época de principios de lluvia para el bufeo y el delfín manchado en el Golfo Dulce. Jul 96-Jun 97.

### C) Época de final de lluvias (Figura 10)

En la parte interna, el bufeo utilizó toda la costa oriental, mientras que la costa occidental fue usada especialmente cerca de las áreas de manglar de Punta Rincón y Punta Palma. El uso de la zona central ocurrió únicamente en la parte media del golfo. La parte externa no fue utilizada por el bufeo en esta época. El delfín manchado se concentró exclusivamente en la zona central con tendencia hacia la parte occidental del golfo.

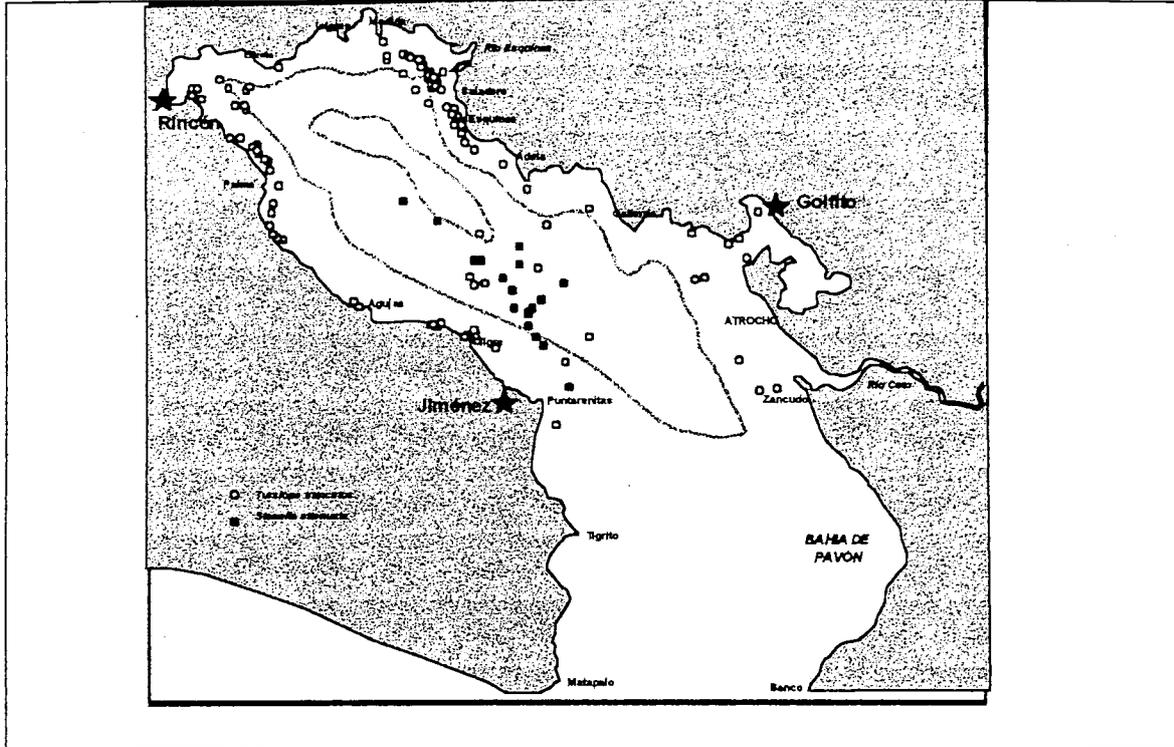


Figura 10. Áreas de distribución relacionadas con la época de finales de lluvia para el bufeo y el delfín manchado en el Golfo Dulce. Jul 96-Jun 97.

Los patrones de distribución anteriores demuestran mayores semejanzas entre las épocas de principio y final de lluvias respecto a la época seca. En general, los mismos difieren en algunos aspectos de los descritos en Acevedo-Gutiérrez & Bukhart (1998), para los años 1991 y 1992, sobre todo en lo referente a la época del final de lluvias de 1991. Las diferencias básicas encontradas se muestran en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Comparación de los patrones de distribución estacionales entre años para el bufeo y el delfín manchado en el Golfo Dulce. Los años 1991-1992, corresponden a Acevedo-Gutiérrez & Bukhart (1998) y los años 1996-1997, corresponden a este estudio.

Época	1991-1992	1996-1997
Época seca	<p>Uso de zona oriental por parte del bufeo se limita a cercanías del Río Coto y el Río Esquinas. Zona central no fue utilizada.</p> <p>Manchado utilizó exclusivamente la zona central, en la parte media del golfo.</p>	<p>Uso de zona oriental se extiende hasta Gallardo, además utiliza el centro en la parte externa. Menor uso de zona costera occidental respecto a los otros años.</p> <p>Mismo patrón con cierta tendencia a usar un poco más de área hacia el este. Uso de zona interna occidental.</p>
Época de principios de lluvia	<p>Uso mayormente costero por parte del bufeo. Zona central aprovechada en la parte externa del golfo.</p> <p>Manchado utilizó sobre todo la zona central de la parte interna.</p>	<p>Patrón costero muy semejante. Uso del centro mayormente en parte media del golfo.</p> <p>Uso de zonas media e interna, con tendencia a la costa occidental.</p>
Época de finales de lluvia	<p>Bufeo utilizó mayormente el centro, en la parte media del golfo (1991).</p> <p>Manchado utilizó el centro (1991 y 1992) y las orillas occidental y norte (1992), en la zona interna del golfo.</p>	<p>Además de la parte media central, utilizó las orillas en la parte interna del golfo. Este patrón fue más semejante a la misma época del año 1992.</p> <p>Sólo el centro con tendencia a la costa occidental, en la parte media del golfo.</p>

#### 4.2.2 Patrones de dispersión estacionales

Como muestra el Cuadro 6, y con base en lo explicado en la sección 4.1.2, en cada una de las tres épocas del año los patrones de dispersión fueron agregados. En todos los casos los resultados son significativos, para un valor  $\alpha = 0.05$ .

Cuadro 6. Patrones de dispersión estacionales para el bufeo y el delfín manchado en el Golfo Dulce, con base en el promedio del tamaño de grupo y bajo un valor de significancia del 95% ( $\alpha = 0.05$ ). Jul 96-Jun 97.

	Seca		Principios de lluvia		Fin de lluvia	
	Bufeo	Manchado	Bufeo	Manchado	Bufeo	Manchado
Muestra ( <i>n</i> )	49	11	30	6	41	2
Promedio ( $\bar{x}$ )	4.78	50.82	6.57	80.83	5.34	225
Varianza ( $s^2$ )	13.988	2148.322	42.250	4803.876	12.110	11250.845
Índ. Disp. ( <i>I</i> )	2.93	42.27	6.43	59.43	2.27	50.00
Chi-cuadrado	181.14	1395.07	276.65	356.58	108.82	450.04
<i>g.l.</i>	48	10	29	5	40	1

#### 4.2.3 Tamaño de grupo

Las diferencias en el tamaño de grupo a nivel estacional no fueron significativas en el bufeo ( $F = 0.639$ ,  $p = 0.530$ , 2 *g.l.*). En el delfín manchado hubo una tendencia a aumentar a lo largo del año ( $F = 7.243$ ,  $p = 0.006$ ,  $n = 19$ ; Cuadro 6 para valores promedio y tamaños de muestra entre estaciones).

#### 4.2.4 Distribución respecto a la línea costera

Las especies ocuparon áreas de distribución más semejantes en cuanto a distancia de la costa durante la época de principios de lluvia ( $F = 7.142$ ,  $p = 0.001$ ,  $n = 202$ ) (Figura 11). Las variaciones estacionales fueron significativas en el caso del bufeo ( $F = 0.14.922$ ,  $p = 0,000$ ,  $n = 171$ ) y entre especies ( $F = 0.823$ ,  $p = 0.004$ ,  $n = 202$ ).

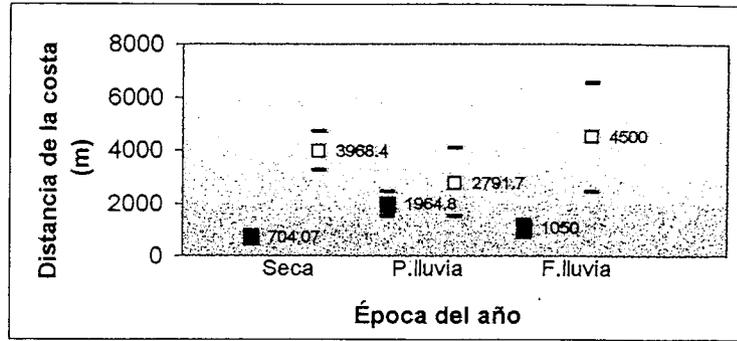


Figura 11. Promedio aritmético estacional de la distancia respecto a la costa para el delfín bufeo (cuadrado oscuro) y el delfín manchado (cuadrado claro) en el Golfo Dulce, con límites de confianza de 95%. Jul 96-Jun 97.

#### 4.2.5 Variaciones estacionales en los factores ambientales

Ambas especies ocuparon zonas cuyas profundidades promedio fueron más cercanas entre sí durante la época de principios de lluvia ( $F = 3.778$ ,  $p = 0,025$ ,  $n = 202$ ). Las diferencias estacionales fueron significativas sólo para el bufeo ( $F = 12.952$ ,  $p = 0.000$ ,  $n = 171$ ) (Figura 12).

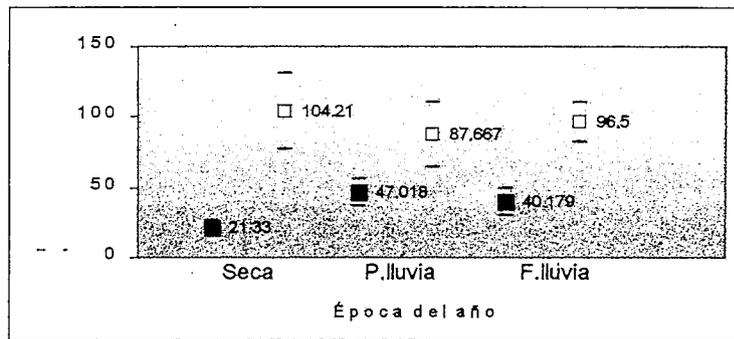


Figura 12. Profundidad promedio estacional para el delfín bufeo (cuadrado oscuro) y el delfín manchado (cuadrado claro) en el Golfo Dulce, con intervalos de confianza del 95%. Jul 96-Jun 97.

Los promedios de temperatura ( $F = 11.515$ ,  $p = 0.000$ ,  $n = 202$ ) y salinidad ( $F = 6.102$ ,  $p = 0.003$ ,  $n = 202$ ) fueron mayores para la época seca ( $29,992 \pm 0,170$  y  $29,308 \pm 0,745$ , respectivamente), con disminución al principio de las lluvias ( $29,803 \pm 0,284$  y  $28,309 \pm 1.244$ ) y al final de las lluvias ( $28,338 \pm 0,290$  y  $24,172 \pm 1,271$ ). A pesar de que dichas variaciones estacionales fueron significativas para ambas variables, hubo

falta de significancia al comparar las tres épocas entre ambas especies, lo cual refleja la homogeneidad halo-térmica existente a nivel de espacio superficial.

La nubosidad aumentó significativamente desde la época seca hasta la época de finales de lluvia ( $F = p = 0.000$ ,  $n = 198$ ); sin embargo, no hubo diferencias significativas en las condiciones de nubosidad existentes durante la presencia de las dos especies a lo largo de las tres épocas del año. No se dieron cambios importantes en el nivel de oleaje ni en el estado superficial del mar bajo ninguna circunstancia.

#### 4.2.6 Interacción entre variables ambientales en las áreas de distribución de los delfines, según la época del año

Para ambas especies, las diferencias en el conjunto de variables ambientales fueron aumentando con el paso de las épocas del año, desde la época seca hasta la época de finales de lluvia. En ambas, los cambios en las condiciones ambientales son más marcados entre la época seca y la época de principios de lluvia, que entre esta última y la época de finales de lluvia (Cuadro 7; Cuadro 8).

Cuadro 7. Valores F y Lambda del MDA al comparar las características ambientales asociadas a las zonas de distribución del bufeo entre épocas del año.

Matriz F entre grupos	Df = 6	163	
Seca	0.0		
Principio de lluvias	6.504	0.0	
Fin de lluvias	13.528	10.371	0.0

#### Lambda de Wilks

Lambda = 0.5420;  $df = 6 \quad 2 \quad 168$   
 Aprox.  $F = 9.7348$ ;  $df = 12.326$ ;  $prob. = 0.0000$

Cuadro 8. Valores F y Lambda del MDA al comparar las características ambientales asociadas a las zonas de distribución del bufeo entre épocas del año.

Matriz F entre grupos	Df = 6	163	
Seca	0.0		
Principios de lluvia	2.804	0.0	
Finales de lluvia	4.870	4.422	0.0

### Lambda de Wilks

Lambda = 0.2481; df = 6 2 28  
Aprox. F= 3.8626; df = 12 46; prob. = 0.0004

En el caso del bufeo, las mayores variaciones estacionales en las condiciones ambientales de las áreas de distribución estuvieron a cargo de la salinidad y la temperatura, y, en menor grado, de la distancia de la costa y la profundidad, en ese orden (Wilks,  $p = 0.000$ ) (Cuadro 9; Figura 13).

*Cuadro 9. Valores F para cada variable ambiental en relación con las demás, en las áreas de distribución del bufeo en el Golfo Dulce Jul 96-Jun 97.*

<b>Variable</b>	<b>F-a-remover</b>	<b>Tolerancia</b>
<i>Temperatura</i>	11.83	0.954654
<i>Salinidad</i>	13.93	0.912250
<i>Profundidad</i>	6.83	0.477797
<i>Velocidad viento</i>	3.48	0.913679
<i>Oleaje</i>	0.82	0.909810
<i>Distancia de la costa</i>	7.48	0.475405

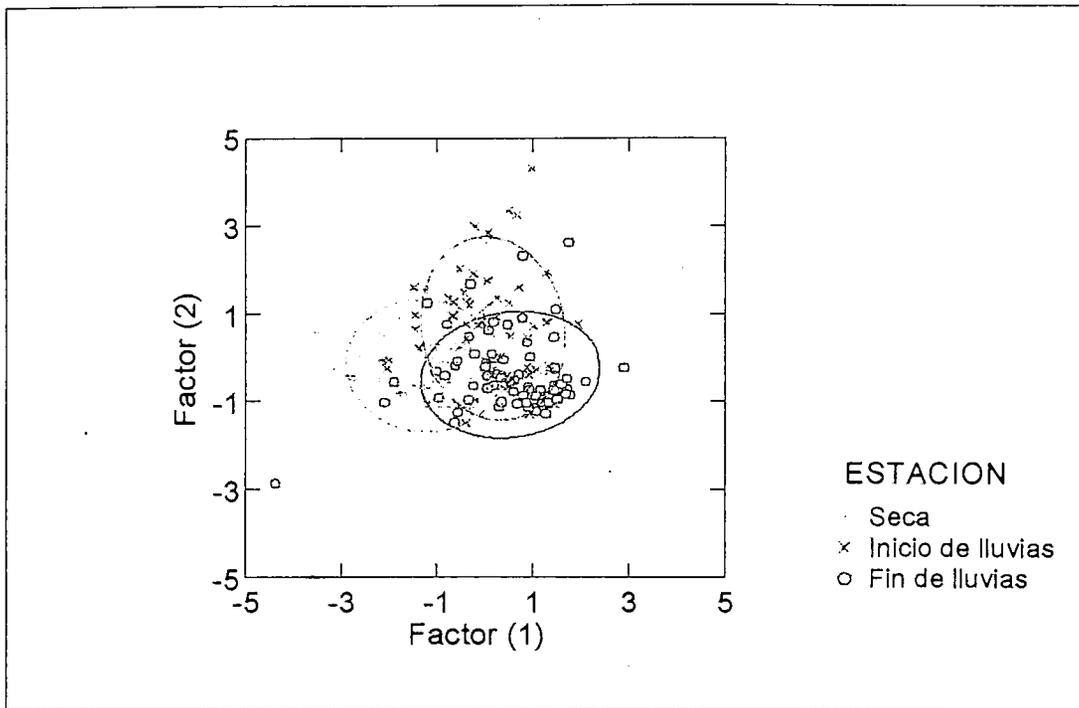


Figura 13. Relación de factores ambientales según la época del año para las áreas de distribución del bufeo en el Golfo Dulce. Jul 96-Jun 97. Expresión gráfica del MDA.

En el delfín manchado, en cambio, la velocidad del viento tuvo la mayor influencia en el escogimiento estacional de las zonas de distribución, seguida por la salinidad y la distancia respecto a la costa (Wilks,  $p = 0.0004$ ) (Cuadro 10; Figura 14).

Cuadro 10. Valores F para cada variable ambiental en relación con las demás, en las áreas de distribución del delfín manchado en el Golfo Dulce Jul 96-Jun 97.

Variable	F-a-remover	Tolerancia
Temperatura	1.27	0.503770
Salinidad	2.39	0.456397
Profundidad	0.99	0.717651
Velocidad viento	3.68	0.513687
Oleaje	1.21	0.587694
Distancia de la costa	1.92	0.470866

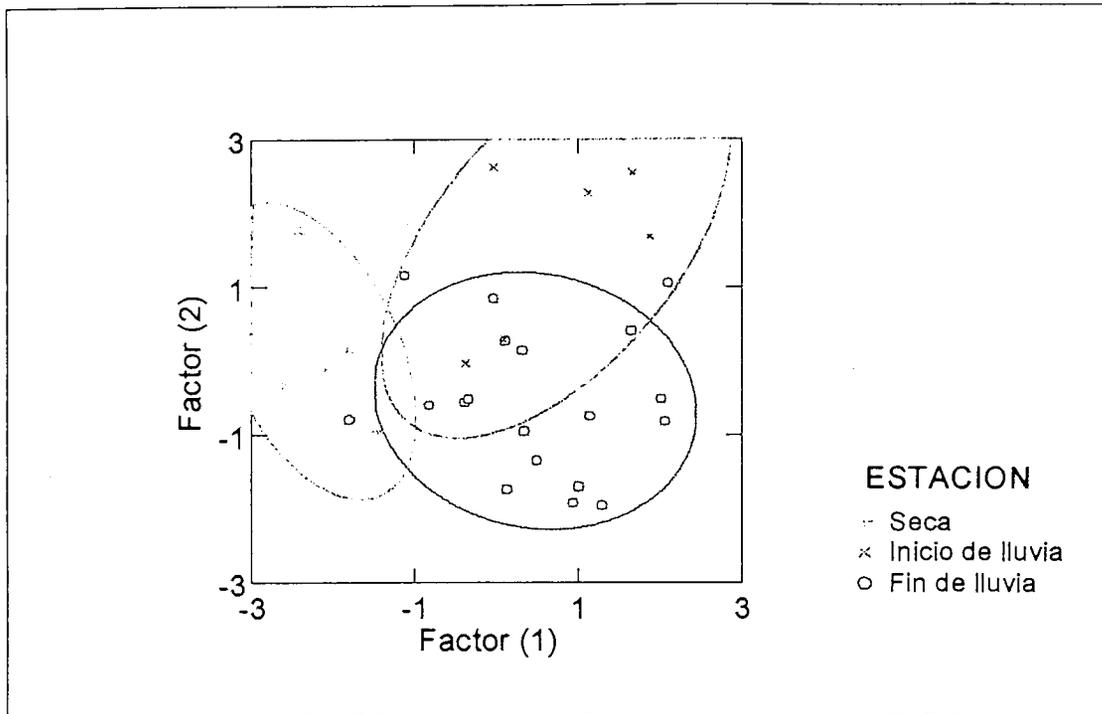


Figura 14. Relación de factores ambientales según la época del año para las áreas de distribución del delfín manchado en el Golfo Dulce. Jul 96-Jun 97. Expresión gráfica del MDA.

---

## 5. DISCUSIÓN

---

### 5.1 PATRONES DE DISTRIBUCIÓN

Las zonas de distribución general del bufeo y el delfín manchado fueron claramente distintas dentro del Golfo Dulce. Ambas especies se distribuyeron bajo patrones de dispersión agregados; sin embargo, las agrupaciones resultaron mucho más pequeñas y más dispersas entre sí en el caso del bufeo, tanto a nivel anual como estacional (valores  $I$  mucho más cercanos a 1 en esta especie).

Haciendo analogía a las definiciones de la estructura de grupos propuestas por Bel'kovich *et al* (1991) para el bufeo en la Bahía de Sarasota, Florida, en el caso del

manchado los grupos se presentaron como grandes unidades o manadas con promedio aproximado a los 100 individuos, que se unieron formando una escuela de alrededor de 300 delfines en algunas ocasiones. La población de bufeo, en cambio, se caracterizó por la dominancia de pequeños grupos dispersos, de tamaño inferior a 7 individuos. Las enormes diferencias encontradas en el tamaño de los grupos sugieren que ese factor debe influir significativamente en las áreas escogidas por cada especie de delfín dentro del golfo.

En la mayoría de las poblaciones de delfines, la agregación en grupos es la regla, ya que ésta resulta más adaptativa en comparación con la vida en soledad (Corkeron 1989). El tamaño de los grupos queda determinado por las características del hábitat, entre las cuales destacan las tasas de depredación y la cantidad y dispersión del alimento (Corkeron 1989); así ha sido determinado para otros grupos de mamíferos, entre los que quedan incluidos los pizotes (Burger & Gochfeld 1992) y algunos primates (Stanford 1995), los cuales parecen variar el tamaño de los grupos de manera directamente proporcional a los riesgos potenciales de ser depredados.

Por el contrario, la abundancia y la frecuencia con que un recurso crítico, como son las presas, puede ser encontrado, influye en el tamaño de los grupos de una especie consumidora de manera inversamente proporcional; es decir, mientras menor sea el número de sitios donde puede ser hallado el recurso o menos predecible sea encontrar dichos sitios, el tamaño de los grupos del depredador tiende a ser mayor (Pulliam & Caraco 1994). Las grandes diferencias encontradas en el tamaño promedio de los grupos entre las dos especies de delfines del Golfo Dulce, puede ser el reflejo de una situación como ésta. Si bien aún no han sido estudiadas las preferencias alimentarias de cada especie en el golfo, la alta coincidencia de los sitios de forrajeo del bufeo con las bocas de los ríos (Capítulo III), sugiere que dichos sitios son más predecibles en comparación con los correspondientes al delfín manchado, lo cual ha permitido y llevado a menores tamaños de grupo en el bufeo.

## **5.2 DISTANCIA RESPECTO A LA LÍNEA COSTERA**

La preferencia del bufeo por áreas cercanas a la costa debe ser el resultado de sus elecciones alimentarias (Crockroft & Ross, 1990). A su vez, dicha cercanía repercute en forma recíproca en el tamaño de los grupos que, incluso, llegan a reducirse a la individualidad, sobre todo en la Bahía Rincón y en los alrededores de los arrecifes rocosos de Punta Gallardo. En las especies de cetáceos con distribución costera, los grupos pequeños son lo más común y, por el contrario, mientras más alejada es la distribución con respecto a la costa, mayor es el tamaño de los grupos; incluso, las especies oceánicas forman escuelas que alcanzan los miles de individuos (Shane *et al.* 1986, Jefferson *et al.* 1994).

La cercanía a la costa puede ofrecer protección contra depredadores a los pequeños grupos de bufeos a través de estructuras rocosas o coralinas o incluso por turbidez derivada del impacto de los ríos (Figura 15).

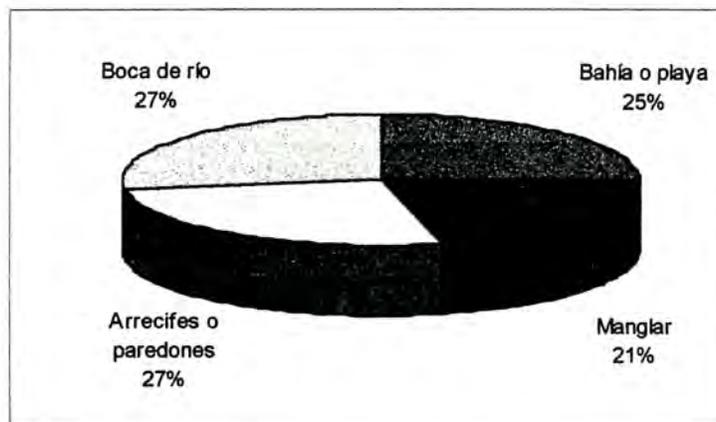


Figura 15. Porcentaje de ocurrencia del bufeo en zonas costeras características dentro del Golfo Dulce. Jul 96-Jun 97.

Comentarios de algunos pescadores coincidieron en asegurar que hace algunos años existía una alta concentración de una especie de tiburón de orilla que fue sobre-explotada por la pesca y que, por el contrario, existe otra especie asociada al centro, cuyo menos atractivo sabor y lo difícil de su captura le han protegido de ser aprove-

chados. Los tiburones han sido identificados como depredadores importantes para los delfines bufeo (Wells 1991; Wells 1993; Connor 1996), incluso, experimentos bajo condiciones de cautiverio han demostrado reacciones de temor ante ciertas especies de tiburones por parte de los bufeos (Irvine *et al* 1981).

En el caso del delfín manchado parece ocurrir todo lo contrario. Los grandes grupos otorgan mayor protección individual contra depredadores potenciales, lo cual permite a esta especie aprovechar la zona central más abierta. En una ocasión en que se encontró un grupo de sólo cuatro delfines manchados; su distancia respecto a la costa no excedió los 400 metros en ningún momento.

Si bien no han sido investigados los patrones de movimiento de ninguna de las dos especies en el golfo, el uso de áreas cercanas a la boca por parte del manchado, sobre todo durante la época seca, así como la menor frecuencia con que esta especie es avistada, llevaron a Acevedo-Gutiérrez & Bukhart (1998) a pensar que los delfines manchados salen ocasionalmente; incluso, los pescadores locales se atreven a asegurarlo. La mayor velocidad promedio de desplazamiento del delfín manchado (Capítulo II), así como sus frecuentes cambios de dirección con recorridos que cubren áreas de algunos kilómetros en pocos minutos, podrían apoyar la suposición de que esta especie salga y entre al golfo con relativa facilidad en comparación con el bufeo. La protección otorgada por las grandes agrupaciones debe tener aún más sentido fuera de los límites del golfo, donde el ambiente físico provee menor protección al reducirse relativamente el volumen de agua que puede ser monitoreado (Wells *et al.* 1980).

En caso de que este fiordo tropical sea un fragmento de una zona mayor, y no el área de distribución exclusiva del delfín manchado, como parece ser para el bufeo, tal condición debe ser un aditivo al mecanismo de evasión para reducir la competencia. Según el principio de exclusión competitiva (Hutchinson 1958), dos especies muy semejantes, tenderán a evadirse a través de diferentes mecanismos pues, de lo contrario, una podrá vencer sobre la otra. Mayor amplitud de distribución en el delfín manchado

aligeraría la presión contra el bufeo debido a una presencia intermitente dentro del golfo. La relativamente baja productividad del Golfo Dulce (van Wangelin & Wolff 1996), es un factor que puede justificar ese supuesto.

### **5.3 INFLUENCIA DE LOS FACTORES AMBIENTALES**

En general, los análisis relacionados con los factores ambientales mostraron alternativas claras acerca del escogimiento de las áreas de distribución por cada una de las especies. En efecto, las mayores diferencias determinadas por el análisis de Wilks del MDA en el conjunto de variables ambientales, al comparar las áreas de distribución de ambas especies con las zonas donde no hubo avistamientos, dicta que la elección de las áreas de distribución por parte del bufeo y el delfín manchado no es resultado del azar, sino de la influencia de la profundidad, la salinidad y la distancia respecto a la costa, por orden de importancia.

El valor de la profundidad puede encontrar respuesta en la estructura de los grupos. Los delfines establecen sus jerarquías sociales con base en posiciones espaciales dentro de los grupos, más que utilizando estrategias agresivas o inhibitorias entre sí (Bel'kovich *et al.* 1991). Ese ordenamiento espacial no se limita a dos dimensiones, más bien es tridimensional (K. Dudzinski 1995; *com. pers.*). La asociación del delfín manchado con zonas más profundas debe tener alguna relación con el espacio necesario para dicho ordenamiento, es decir, responde a una necesidad espacial que permite mantener la cohesión de grandes agrupaciones. Por ejemplo, aunque en algunos casos el bufeo fue encontrado en profundidades que coincidían con los valores máximos del delfín manchado, este último nunca se asoció a zonas con profundidades tan bajas como tres metros, en las que sí fue hallado el bufeo.

El menor promedio de salinidad asociado con las áreas de distribución del bufeo debe ser un reflejo directo de la influencia de los ríos en la zona costera. A su vez, la gran importancia de este factor en la elección del hábitat para ambas especies, debe

estar relacionada, en parte, con la fisiología de las presas preferidas por cada una, las cuales parecen ser diferentes en cada especie de delfín (Acevedo 1994, *mimeo.*).

El MDA reveló que la distancia respecto a la costa no tiene mucho dentro de la interacción de factores por parte de ambas especies. Las grandes diferencias definidas por el análisis univariado son el resultado de la correlación entre la distancia de la costa y la profundidad. Como demuestran Hebbeln *et al.* (1996), a mayor distancia de la costa la columna de agua alcanza mayor profundidad. Por tanto, la distancia respecto a la costa cumple un papel secundario en comparación con la influencia del tamaño de los grupos y su relación con la profundidad.

Las condiciones de velocidad del viento, oleaje y estado superficial del mar no causaron algún efecto a destacar en la elección de sus áreas de distribución por parte de ambas especies. Sus valores mínimos y poco variables los hacen pasar desapercibidos dentro del Golfo Dulce. Sin embargo, algunas tendencias de asociación interesantes se describen en el Capítulo III.

## **5.4 ESTACIONALIDAD EN LOS PATRONES DE DISTRIBUCIÓN**

### *5.4.1 Bufo*

La mayor nubosidad promedio asociada con las épocas de lluvia actúa como factor limitante de la productividad, al influir directamente sobre los niveles de radiación disponibles (Bearman, 1989). Espectros biomásicos costeros en el Golfo Dulce demuestran que, en la época lluviosa, las comunidades planctónicas están poco desarrolladas, y que la mayor producción y uso de energía se da en los organismos pequeños. Por el contrario, la riqueza de especies costeras aumenta en la época seca, lo mismo que los grupos de mayor tamaño (Von Wangelin & Wolff, 1996).

Entonces, la época seca debe ofrecer mayor cantidad de alimento disponible para los delfines en el golfo, y tal recurso debe concentrarse en las orillas, sobre todo,

en las bocas de los ríos, a lo cual puede atribuirse la fuerte tendencia a hallar al bufeo más cerca de la línea costera y especialmente concentrado en dichas áreas en esa época.

Por su parte, la ubicación de los delfines bufeo en las épocas lluviosas no fue tan puntual, además de que, en promedio, ocupó zonas más alejadas de costa, lo cual sugeriría menor predictabilidad para hallar el recurso, o mayor dispersión del mismo por arrastre con las lluvias.

Como se observa en la Figura 8, Figura 9 y Figura 10, el uso del centro por parte del bufeo ocupó posiciones muy diferentes en cada época del año. Si se quiere, con tendencia al norte desde la época seca hasta el fin de las lluvias. Aunque los avistamientos en cada caso no se asociaron a comportamiento alimentario, sino más bien a actividades de desplazamiento, la tendencia mencionada debió reflejar mayor uso relativo de la parte externa en la época seca como resultado de un aprovechamiento de especies oceánicas, ya que los cambios en biomasa de la estación lluviosa a la seca parecen ser relativamente poco pronunciados en dicha parte del golfo (von Wangelin & Wolff, 1996).

#### *5.4.2 Manchado*

La menor productividad asociada a las áreas lejanas a la costa independientemente del período del año (Valiela 1984) y, en el caso del golfo, el menor impacto de los ríos en la zona central, sugieren que los patrones de distribución y abundancia de las presas aprovechadas por el delfín manchado son menos variables. Al mismo tiempo, la influencia de especies oceánicas podría ser mayor a lo largo del año en dicha zona, lo cual llevaría a una composición, en general, más estable. Dichas condiciones habrían de repercutir en los patrones de distribución de los delfines, en apariencia menos variables. Al menos, durante la época lluviosa, la influencia de formas oceánicas es mayor, incluso en las áreas costeras, donde se esperaría un incremento en la composición de formas neríticas como resultado de un aumento en el arrastre de los caudales debido a las lluvias (Wolff *et al* 1996).

Por otro lado, la tendencia del delfín manchado a distribuirse de más amplia y a formar agrupaciones significativamente más pequeñas durante la época seca, sugiere mayor productividad en relación con las otras épocas, con base en los postulados de Pulliam & Caraco (1994) acerca de las relaciones entre la disponibilidad de alimento y los patrones de distribución y tamaño de grupo. El mayor uso de la costa occidental durante las épocas lluviosas debe reflejar mayor aprovechamiento de zonas con carácter estuarino cercanas a los ríos Agujas y Tigre, cuya productividad debe mantenerse por encima de otras zonas aún con menor influencia de radiación, debido a la deposición de nutrientes por el arrastre de los ríos (Valiela 1984).

### **5.5 VARIACIONES ESTACIONALES EN LA INTERACCIÓN DE FACTORES AMBIENTALES**

La baja heterogeneidad en las condiciones ambientales entre estaciones en los trópicos ha sido atribuida como la principal causa que limita la ocurrencia de patrones de distribución estacionales claramente definidos en los delfines (Reilly 1990). En el Golfo Dulce, sin embargo, se observan patrones cambiantes entre estaciones y entre años.

El conjunto de variables ambientales resultó más diferente en la transición de una época lluviosa a la siguiente, que entre la época seca y el inicio de las lluvias; sin embargo, los patrones de distribución resultaron más semejantes entre las épocas lluviosas, lo cual sugiere que éstos están determinados por factores bióticos, como la disponibilidad de recursos alimenticios, mientras que las variables abióticas juegan un papel secundario.

Entonces, la influencia estacional de la salinidad y, en el caso del bufeo, en segundo término la temperatura, afectan indirectamente la distribución de ambas especies de delfines. Al derivar de cambios en la influencia de aguas oceánicas o neríticas, según la época del año (Wolff *et al* 1996), y de variaciones en la nubosidad, en forma

respectiva, los efectos de dichos factores son directos sobre la composición biológica, al menos a niveles zooplanctónicos (Wolff *et al* 1996). Acevedo (1996) encontró variaciones estacionales preliminares en las presas consumidas por cada especie de delfín dentro del golfo, lo cual brinda bases para reforzar esa idea.

## **5.6 PATRONES INTERANUALES DE DISTRIBUCIÓN EN LOS DELFINES DEL GOLFO**

En esta investigación los patrones estacionales observados no mostraron las sustituciones mencionadas en Acevedo-Gutiérrez & Bukhart (1998), más bien, pareció ocurrir más coincidencia espacial en cada época, sobre todo al final del período de lluvias. Claramente, ambas especies de delfines ocuparon zonas excluyentes, al menos, a un nivel temporal y cuando se dio traslape espacial, las actividades realizadas por ambas especies fueron diferentes; sobre todo, no se encontró traslape espacial de zonas de forrajeo (Capítulo III), lo cual hace pensar que el traslape espacial de áreas de distribución no representa un problema en términos de competencia.

Si la suposición de Reilly (1990) es correcta, las variaciones encontradas en los patrones de distribución al comparar entre este estudio y el anterior (Acevedo-Gutiérrez & Bukhart 1998) podrían estar reflejando los efectos de un fenómeno natural como El Niño (Acevedo 1998, *com. pers.*). Información derivada de algunos análisis realizados durante 1997, demuestra aumento de la temperatura superficial (mayor profundidad de la termoclina), y disminución en la concentración de oxígeno, lo cual podría inducir variaciones en la productividad y los patrones de distribución a diferentes niveles (A. Morales, *com. pers.*).

# CONCLUSIONES

---

- /// Las áreas de distribución del bufeo y el delfín manchado dentro del Golfo Dulce son marcadamente distintas con un nivel de traslape espacial prácticamente imperceptible y un traslape temporal nulo. Dichas diferencias se mantuvieron a través de las épocas del año sin sustituciones de ningún tipo, contrario a como fue planteado en un estudio realizado a inicios de los 90 (Acevedo-Gutiérrez & Bukhart 1998).
- /// El bajísimo nivel de traslape espacial encontrado no debe reflejar interferencia en términos de competencia, pues coincidió únicamente con actividades de desplazamiento; además de que las áreas de forrajeo de ambas especies fueron totalmente distintas.
- /// La disponibilidad de las presas, en términos de su distribución y abundancia, son la principal influencia en las variaciones de los patrones de distribución estacionales de las dos especies de delfines en el golfo. Los cambios significativos en salinidad y, en cierta medida, temperatura, deben afectar directamente a las presas de los delfines en cuanto a composición y distribución, pero no a los mamíferos.
- /// Aún en el Golfo Dulce, los patrones de distribución generales en los delfines deben verse afectados por fenómenos naturales de gran magnitud (¿El Niño?); al menos así lo sugieren las variaciones interanuales para ambas especies.
- /// La distancia respecto a la costa y el tamaño de los grupos, ejercen gran influencia en la seguridad de cada especie, de forma recíproca. La estructura social del bufeo soporta mayor dispersión poblacional como resultado de las características del hábitat elegido dentro del Golfo Dulce, el cual parece ser su área de distribución exclusiva.

∕ La posibilidad de que el delfín manchado extienda su ámbito a unos pocos kilómetros en las afueras del golfo, puede explicar en gran parte las marcadas diferencias estructurales y de distribución general respecto al bufeo; y tal extensión, puede adherirse a las estrategias adaptativas para evadir la competencia, sobre todo, porque la productividad general dentro del Golfo Dulce es muy baja en comparación con el océano abierto.

---

## L I T E R A T U R A   C I T A D A

---

- Acevedo, A. 1994. Group structure of bottlenose dolphins in Costa Rica. Preliminary Field summary. 15 pp. *Mimeo*.
- Acevedo-Gutiérrez, A. 1996. Estrategias alimenticias, estructura de grupo y ecología del tursión (*Tursiops truncatus*) en Golfo Dulce y las isla del Coco, Costa Rica. Reporte de campo presentado al Parque Nacional Isla del Coco y a la Estación de Investigación Golfito de la Universidad de Costa Rica. *Mimeo*. 25 p.
- Acevedo-Gutiérrez, A. and S.Buckhart. 1998. Seasonal distribution of bottlense (*Tursiops truncatus*) and pan-tropical spotted (*Stenella attenuata*) dolphins (Cetacea: Delphinidae) in Golfo Dulce, Costa Rica. *Rev.Biol.Trop.*, 46 Suppl. Preliminar.
- Au, D.W.K., W.L. Perryman and W.F. Perrin. 1979. Dolphin distribution and the relationship to environmental features in the Eastern Tropical Pacific. Administrative report No. LJ-79-43 of the Southwest Fisheries Center. National Marine Fisheries Service, 25 pp.
- Bel'kovich, V.M., A.V. Agafonov, O.V. Yefremenkova, L.B. Kosarovitsky, and S.P. Kharitonov. 1991. Herd, structure, hunting and play bottlenose dolphins in the black sea. *In* Dolphin societies, discoveries and puzzles. K.Pryor and K. Norris (Eds.) University of California Press, 397 p.
- Blaylock, R.A. and H.M. Austin. 1982. The distribution and abundance of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in Virginia's southern nearshore coastal waters. Final Report to the National marine Fisheries Service, Grant No. NA-80-FA-D-0008, 14 pp.
- Burger, J. and M. Gochfeld. 1992. Effect of group size on vigilance while drinking in the coati, *Nasua narica* in Costa Rica. *Anim.Behav.* 44: 1053-1057.
- Connor, R.C. and M.R Heithouse. 1996. Approach by great white sharks elicits flight response in bottlenose dolphins. *Mar.Mam.Sci.* 12 (4): 602-606.
- Corkeron, P.J 1989. Social Behavior. 142-159 Pp. *In*. Whales, dolphins and porpoises. R.Harrison and M.M. Bryden (Eds.). Facts on File, Sydney. 240 p.
- Crockcroft, V.G., G.J.B. Ross. 1990. Observation on the early development of a captive bottlenose dolphin calf, Pp. 461-478. *In* The bottlenose dolphin (S.Leatherwood and R.R. Reeves, eds.). Academic Press, San Diego, California, 653 pp.
- Davis, R.W., G.P. Scott, B. Würsig, G.S. Farigion, W.E. Evans, L.J. Hansen, R.Banson, K.D.Mullin, T.D.Leming, N.May, B.R. Mate, J.C. Norris, T.A. Jefferson, D.E. Peake, S.K. Lynn, T.D. Sparks, and C. Schroeder. 1995. Distribution and abundance of marine mammals in the North-Central and Western Gulf of Mexico: Draft Final Report. Volume II: Technical Report. OCS Study # MMS 95-. Texas Institute of Oceanography and the National Marine Fisheries Service. U.S. Dept. of the Interior, Minerals Mgmt.Service, Gulf of Mexico OCS Region, New Orleans, L.A. 333 pp.

Dohl, T.P., M.L. Bonnell and R.G. Ford. 1986. Distribution and abundance of common dolphin, *Delphinus delphis*, in the Southern California Bight: a quantitative assessment based upon aerial transect data. *Fish.Bull.*, Vol. 84 (2): 333-343.

Evans, P.G.H. 1987. The Natural History of whales and dolphins. Chapter 5, pages 90-118. Facts on File Publication, N.Y.,U.S.A.

Gutiérrez-Espeleta, E.E. 1995. Métodos estadísticos (para las Ciencias Biológicas). Heredia, Costa Rica: EUNA, 175 pp.

Hebblen, D., D. Beese and J. Cortés. 1996. Morphology and sediment structures in Golfo Dulce, Costa Rica. *Rev.Biol.Trop.*, 44, Suppl. 3: 1-10.

Hutchinson. G.E. 1958. Concluding remarks. *Cold Spring Harbor Symp. Quant.Biol.* 22: 415-427.

Irvine, A.B., M.D. Scott, R.S. Wells and J. Kaufmann. 1981. Movements and activities of the Atlantic bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, near Sarasota, Florida. *Fish.Bull.* 79(4): 671-687.

Jefferson, T.A., S. Leatherwood, M.A. Webber. 1993. . FAO species identification guide. Marine mammals of the world. Rome, FAO, 320 pp.

Kenney, R.D. 1990. Bottlenose dolphins off the Northeastern United States, pp. 369-386. *In* The bottlenose dolphin. S. Leatherwood and R. R. Reeves, (eds.). Academic Press, San Diego, California, 653 pp.

Molina-Ureña, H. 1996. Ichthyoplankton assemblages in the Gulf of Nicoya and Golfo Dulce embayments, Pacific Coast of Costa Rica. *Rev.Biol.Trop.*, 44, Suppl. 3: 173-182.

Morales, A. 1996. Checklist of copepods from Gulf of Nicoya, Coronado Bay and Golfo Dulce, Pacific Coast of Costa Rica with comments on their distribution. *Rev.Biol.Trop.*, 44, Suppl. 3: 103-113.

Perrin, W.F. 1991. Why are there so many kinds of whales and dolphins? *BioScience* Vol. 41, No. 7: 460-461.

Pulliam, H.R. and T. Carraco. Living in groups: is there an optimal group size? *Incomplete reference.*

Reilly, S.B. 1990. Seasonal changes in distribution and habitat differences among dolphins in the eastern tropical Pacific. *Mar. Ecol.Prog.Ser.* 66: 1-11.

Segura, A. y J. Campos. 1990. Pérdidas poscaptura en la pesquería artesanal del Golfo Dulce y su proyección al Pacífico de Costa Rica. *Rev.Biol.Trop.* 38(2B): 425-429.

Shane, S.H., R.S. Wells and B.Würsig. 1986. Ecology, Behavior and Social organization of the bottlenose dolphin: a review. *Mar.Mamm.Sci.* 2(1): 34-63.

Shane, S.H. 1990b. Behavior and Ecology of the bottlenose dolphin at Sanibel Island, Florida, Pp. 245-265. *In* The bottlenose dolphin (S.Leatherwood and R.R. Reeves, eds.). Academic Press, San Diego, California, 653 pp.

- Stanford, C.B. 1995. The influence of chimpanzee predation on group size and anti-predator behavior in red colobus monkeys. *Anim.Behav.* 49: 577-587.
- Sylvestre, J.P. 1993. Dolphins & Porpoises; a worldwide guide. Starling Publishing Co. Inc. New York. 160 p.
- Texas Institute of Oceanography (T.I.O.). 1995. Distribution and abundance of marine mammals in the northern Gulf of Mexico. Rep.No. 1445-ORFP-95-005. Coastal and Marine Ecosystem Program: Distribution and abundance of marine mammals, 57-59.
- von Wangelin, M. and M. Wolff. 1996. Comparative biomass spectra and species composition of the zooplankton communities in Golfo Dulce and Golfo de Nicoya, Pacific coast of Costa Rica. *Rev.Biol.Trop.* 44 : 135-155.
- Wells 1991. The role of long-term study in understanding the social structure of a bottlenose dolphin community. Chapter 6, 199-225. *In* Dolphin Societies: discoveries and puzzles. K. Pryor and K. Norris (Eds) University of California Press, USA, 397 p.
- Wells, R.S., A.B. Irvine and M.D. Scott. 1980 The social structure of inshore odontocetes. *In* (I.M. herman, ed) cetacean Behavior: Mechanisms and functions. Wiley and Sons: New York, 463 p.
- Whale Conservation Institute. Expedición *Odyssey*- Costa Rica, Febrero-Mayo de 1995. Solicitud de Permiso para realizar investigación científica en cetáceos en las aguas territoriales de Costa Rica. Propuesta de Investigación.
- Wolff, M., H.J. Hartmann and V. Koch. 1996, A pilot trophic model for Golfo Dulce, a fjord-like tropical embayment, Costa Rica. *RevBiol.Trop.*, 44, Suppl. 3.

# CAPÍTULO II

---

## PATRONES DE COMPORTAMIENTO DEL BUFEO (*TURSIOPS TRUNCATUS*) Y EL DELFÍN MANCHADO (*STENELLA ATTENUATA*) EN EL GOLFO DULCE.

---

### 1. RESUMEN

---

El ordenamiento de actividades de manera secuencial en el tiempo deriva no sólo en eficiencia sino también en ahorro energético. Otros estudios referentes a los patrones de actividad en los delfines revelan algunas diferencias entre zonas y entre especies. Como lo demostró el Análisis de Correspondencias, en el área de estudio ambas especies presentaron patrones de actividad diferentes, tanto a nivel diario como estacional; sin embargo, el bajo número de avistamientos en el caso del delfín manchado, pudo afectar los resultados. De cualquier modo, las tendencias observadas no dejan de ser valiosas y por eso se incluyen en este informe. Las actividades realizadas por los delfines de ambas especies fueron clasificadas en alimentación, desplazamiento, socialización pasiva y activa, y merodeo. El reconocimiento de las actividades sociales activas estuvo fuertemente asociado con la alta frecuencia de diversos tipos de exhibiciones y contactos, entre los cuales destacaron los saltos y los roces, respectivamente. Existió tendencia hacia la disminución del tamaño promedio de grupo a lo largo del día en ambas especies, así como a formar grupos cada vez más dispersos y a aumentar la velocidad de movimiento conforme avanzó el día. Las diferencias de comportamiento encontradas entre las especies pudieron estar en función de la estructura de grupo y las áreas de distribución utilizadas por cada especie. Las diferencias interespecíficas en los patrones de actividad, lo cual contradijo las expectativas, fueron explicadas en términos de aspectos externos más que internos pues, en general, las secuencias de estados motivacionales parecieron semejantes. La coincidencia de mayor dedicación a actividades alimentarias durante la época seca fue atribuida a una posible estrategia que permita crear reservas para las épocas lluviosas el resto del año, cuando la abundancia de presas parece disminuir; mientras que la

mayor frecuencia de actividades sociales activas al final del período de lluvias fue explicada en términos de un posible pico reproductivo.

---

## 2. INTRODUCCIÓN

---

Los animales tienden a realizar sus actividades de manera ordenada en el tiempo (Drickamer & Vessey 1992). Tal ordenamiento busca evitar al máximo la ocurrencia de conflictos que los lleven a realizar más de una actividad a la vez, pues esto implica más inversión de energía por unidad de tiempo y menos eficiencia en los resultados (Alcock 1989). El ordenamiento, que es más bien una secuencia de actividades, es el resultado de la regulación de respuestas a estímulos externos (p. ej.: estímulos ambientales bióticos y abióticos) por parte del estado interno del animal en un momento determinado (reloj biológico), el cual refleja condiciones fisiológicas particulares que afectan el estado motivacional (G. Mora, *com. pers.*). De ese modo, los animales se comportan de acuerdo con patrones que resultan en cierto grado predecibles (Alcock 1989).

Los patrones de actividad de los delfines han sido estudiados en diversas regiones, lo cual ha permitido demostrar que los mismos pueden variar de acuerdo con la zona. Investigaciones llevadas a cabo en el Golfo de México revelan que los delfines se alimentan sobre todo temprano en la mañana y avanzada la tarde (Bräger 1993; Shane 1990*b*). Otras, como es el caso de los delfines bufeo en Argentina, presentan un patrón de actividad diferente, pues se alimentan durante la tarde y la noche (Würsig & Würsig 1979). De un estudio comparativo entre Texas y Florida se concluye que los patrones de actividad diurnos y estacionales difieren grandemente entre ambas áreas, inclusive, las estrategias de alimentación utilizadas por los delfines difieren marcadamente entre ambos sitios, en cuanto al estilo y al tiempo invertido (Shane 1990*a*).

Scott *et al.* (1990) sugieren que los delfines en Sarasota, Florida, permanecen activos tanto durante la noche como durante el día. Day (1998) determinó que los del-

fines bufeo en California dedican la mayor parte del tiempo a actividades alimentarias durante la noche. Un estudio realizado por Hanson & Defran (1993) estimó que, durante el día, el bufeo dedicaba la mayor parte de su tiempo a desplazarse, seguido, en proporciones respectivas, por el tiempo invertido en actividades alimentarias, sociales y de descanso. Las variaciones estacionales en dichas proporciones fueron bajas a excepción de las actividades sociales que reflejaron un incremento durante el verano.

Este capítulo fue desarrollado con los objetivos de definir si el bufeo y el delfín manchado presentan patrones de actividad diurnos y estacionales en el Golfo Dulce, y de determinar si esos son semejantes o diferentes entre sí.

Se esperaba encontrar asociaciones claras entre las actividades y las clasificaciones temporales para cada especie de delfín y, en términos comparativos interespecíficos, se planteó la suposición de que los patrones de actividad de las especies debían ser similares, puesto que ambas presentan patrones de distribución simpátricos, los cuales se mantienen a través de mecanismos exclusión competitiva pues, al parecer, ambas especies se evitan (Acevedo 1998). El principio de Gause establece que dos especies semejantes tenderán a ocupar áreas distintas y modos de vida particulares como resultado de la competencia (Krebs 1986); en el Golfo Dulce, la diferenciación espacial y temporal tan marcada podría ser suficiente para evitarla, pues debe ser un resultado de la misma.

---

### 3. METODOLOGÍA

---

Con una pequeña área superficial cercana a los 750 km<sup>2</sup>, el Golfo Dulce ofrece condiciones adecuadas para mantener una red de organismos aparentemente compleja, aunque aún en proceso de maduración (Wolff *et al* 1996). Dentro de dicha red, los delfines parecen haber logrado desarrollar un mecanismo equilibrado para reducir la competencia mutua, el cual se basa especialmente en aspectos de áreas de distribución

y preferencias alimentarias (Capítulo I). Parecen, incluso, estar en equilibrio con el ser humano en cuanto al nivel trófico aprovechado (Wolff *et al* 1996).

Con el propósito de estudiar la conducta de los delfines, se realizaron recorridos de la forma que se describe el Capítulo I. Frente a los delfines, además de reducir la velocidad al mínimo, el grupo era seguido en forma paralela a su movimiento. Los grupos de delfines de ambas especies fueron seguidos cuanto fue posible o cuanto se consideró suficiente; es decir, el grupo fue abandonado cuando hubo evidencias de incomodidad porque esquivaban la embarcación, cuando después de varios minutos no se les avistaba más y se les consideraba “perdidos” o cuando se tenían más de dos horas de observación y no era evidente un cambio de actividad.

Los distintos tipos de actividades fueron clasificados dentro de cuatro categorías mayoritarias, a saber, alimentación, desplazamiento, socialización y merodeo. Las mismas se describen a continuación:

### *3.1.1 Alimentación*

Con la ayuda de Shane (1990a), las siguientes descripciones fueron interpretadas como comportamiento alimentario:

- /// **Búsqueda/captura** - Delfines solos o en grupos ampliamente dispersos por distancias mayores a 100 metros entre individuos o entre sub-grupos, que se movían en direcciones variables dentro de un área específica, con buceos frecuentes en los que dejaban ver el pedúnculo o incluso la aleta caudal. Nunca fueron vistas las presas en dichos casos.
- /// **Captura pasiva** - Delfines colocados en posición estática en contra de una corriente de marea. Los cambios de posición se daban únicamente al seguir o capturar una presa. En algunos casos fue posible ver a las presas huyendo.
- /// **Persecución activa** - Individuos solitarios que acorralaban a la presa contra el paredón rocoso del lado oriental del golfo, o que la lanzaban en el aire para luego golpearla con las aletas caudales. Estas no fueron estrategias comunes de ver, pero los pocos casos coincidieron en que la distancia respecto a la costa abarcaba de los 0 a 100 metros aproximadamente.

Durante el comportamiento alimentario, los delfines parecían ignorar la presencia de la embarcación.

### *3.1.2 Desplazamiento*

Fue referido específicamente al movimiento constante hacia una dirección definida, combinado o no con otras actividades.

### *3.1.3 Socialización*

Fue reconocido cuando ocurrían interacciones entre individuos, o con la embarcación y/o exhibiciones. Como interacciones fueron considerados los roces y rrolls entre dos o más individuos, las luchas y las persecuciones. Las exhibiciones se refirieron a las siguientes sub-categorías:

#### **A) Salto alto**

El delfín salía completamente del agua en dirección vertical, con el cuerpo un poco curvado hacia el frente y al caer de vuelta al agua el *rostrum* entraba primero.

#### **B) Salto de lado**

El cuerpo del delfín salía del agua en su totalidad y completamente recto, al caer, lo hacía sobre alguno de los costados. Con frecuencia este tipo de salto era realizado en series de tres o cuatro saltos consecutivos.

#### **C) Salto de espalda**

El delfín salía del agua ya colocado de espalda, sin sacar las aletas caudales o incluso el pedúnculo, luego se dejaba caer.

#### **D) Salto al ras del agua**

Era un salto con salida total del cuerpo pero en posición horizontal. Podía ocurrir sólo una vez en un instante o en serie de varios saltos consecutivos. Este tipo de

exhibición era realizada también durante el comportamiento alimentario, al perseguir una presa que trataba de escapar saltando, y durante el desplazamiento o la huida.

#### **E) Vientre arriba y lado**

Los delfines nadaban sobre uno de los costados o mostrando el vientre, a otro individuo (o, incluso, a la embarcación).

#### **F) Sacar la cabeza verticalmente**

Durante interacciones intensas entre dos o más individuos, mediante rollos y roces, alguno se colocaba en posición vertical y lentamente dejaba salir la cabeza hasta mostrar los hombros.

#### *3.1.4 Merodeo*

Un individuo, un dúo o un grupo permanecían inmóviles (descanso) o se movían extremadamente despacio, con direcciones individualmente voluntarias. Podían permanecer siempre dentro de un área dada de tamaño variable sin moverse o con movimientos muy lentos, según el caso, o bien, podía ocurrir cierto desplazamiento, sin embargo, no realizaban algo concreto o particular. De hecho, era un tipo de comportamiento poco claro, que en un inicio podía confundirse con actividad alimentaria debido a los períodos estacionarios durante los cuales ocurría una alta frecuencia de buceos profundos con visibilidad del pedúnculo terminal. Sin embargo, la mayor parte del tiempo los individuos se mostraban esquivos, aunque por instantes se acercaban a la embarcación e, incluso, también por instantes, nadaban en la proa.

Shane (1990a) recomienda el uso de, al menos, uno de los métodos desarrollados por Altmann (1974) cuando un estudio cuantitativo y sistemático sobre el comportamiento de cetáceos sea llevado a cabo. Este estudio estuvo basado en el muestreo instantáneo descrito por dicha autora para determinar los patrones diurnos y estacionales de actividad de los delfines bufeo y manchado en el golfo. Cada categoría mayoritaria de comportamiento fue dividida en sub-categorías como se muestra en el

Cuadro 11 y cada tres minutos, desde el instante del primer contacto visual con el grupo, era indicada en una tabla la sub-categoría de comportamiento correspondiente. Cuando distintos individuos en el grupo realizaban sub-categorías diferentes en el instante de toma de datos, todas eran señaladas.

*Cuadro 11. Sub-división de las categorías mayoritarias de comportamiento para ambas especies de delfines en el Golfo Dulce. Jul96-Jun97.*

Sub-categorías	<b>CATEGORÍAS DE COMPORTAMIENTO</b>			
	<i>Alimentación</i>	<i>Desplazamiento</i>	<i>Socialización</i>	<i>Merodeo</i>
Búsqueda Captura Estático Inmersión	Natación Buceo	Roces Rollos Vientre arriba Lado Persecuciones Saltos Sacar la cabeza Golpes con la cola	Natación Estático Inmersión	

El GPS permitió conocer la velocidad de movimiento del grupo, la cual era determinada al inicio del avistamiento y luego de cada hora dentro del mismo. Durante los primeros cinco minutos de cada hora, se registraba la velocidad al término de cada minuto, para luego obtener un promedio. Se procuraba adaptar la velocidad de movimiento del bote de acuerdo con la velocidad de desplazamiento de los delfines. Se consideró grupo a cualquier número de delfines observado en asociación aparente, moviéndose en la misma dirección y a menudo, pero no siempre, involucrado en la misma actividad (Shane 1990b).

Los recorridos fueron conducidos de manera fraccionada a lo largo del día, considerando cuatro períodos de tres horas cada uno desde las 6:00 a.m. hasta las 6:00 p.m. (mañana, 0600-0859 horas; media mañana, 0900-1159 horas; medio día, 1200-1459 horas y tarde, 1500-1800 horas). Cada día se buscó cubrir como mínimo dos períodos (uno en la mañana y otro en la tarde), lo cual implicó un promedio cercano a 6 horas

diarias de observación. Se procuraba dar inicio a cada día de muestreo cerca de las 6:00 o las 9:00 a.m., aunque en muchas ocasiones diversas causas (técnicas y/o ambientales) llevaron a horas de salida intermedias.

## **3.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

### *3.2.1 Análisis multivariado para los patrones de actividad*

Debido a que los tiempos de observación fueron altamente variables en los avistamientos, además de que los distintos períodos del día no pudieron ser cubiertos con la misma intensidad, y las variaciones en el número de individuos por grupo fueron altas, los datos originales para cada una de las sub-categorías, correspondientes a simples frecuencias, fueron transformados a un índice de número de unidades por individuo por minuto.

Dicha conversión era necesaria en términos estadísticos, pues de lo contrario existiría sesgo a favor de los períodos del día mayormente muestreados, lo mismo que las categorías de comportamiento con mayores lapsos de observación. Mientras mayor fuera el número de individuos presentes, la posibilidad de que ocurriera más de una sub-categoría a la vez era alta, lo cual también sesgaría los resultados al intensificar numéricamente algunas características dentro de las categorías mayoritarias (p. ej. dentro de una gran escuela de manchados, varios sub-grupos podían turnarse el nadar frente a la proa de la embarcación, lo cual creaba una constante en esa categoría, pero eso no implicaba que la escuela nadaba en la proa todo el tiempo).

La existencia de asociaciones entre los períodos del día y las actividades, y entre las estaciones y las actividades fue determinada mediante un Análisis de Correspondencias (CoA), complementado con un Chi-cuadrado ([www.systat.com/software/science/SYSTAT](http://www.systat.com/software/science/SYSTAT)). La estacionalidad en los patrones de comportamiento se basó en la caracterización descrita en el Capítulo I.

### 3.2.2 Análisis univariado

Para analizar la asociación entre las exhibiciones y otras sub-categorías y las distintas actividades se utilizó la prueba Chi-cuadrado.

---

## 4. RESULTADOS

---

### 4.1 CATEGORÍAS DE COMPORTAMIENTO

#### 4.1.1 Alimentación

El delfín manchado sólo fue visto realizando la técnica de búsqueda/captura, la cual, a su vez, fue la más común en el bufeo.

#### 4.1.2 Desplazamiento

En ambas especies, el desplazamiento solió ocurrir junto con las actividades de socialización (51.37%) en cuyos casos la velocidad de movimiento promedio fue de 5.174 ( $\pm 3.99$ ) Km/h para el bufeo y de 6.614 ( $\pm 2.73$ ) Km/h para el delfín manchado. En general, la velocidad de movimiento del delfín manchado fue mayor que la del bufeo ( $F = 34.892$ ,  $p = 0.000$ ,  $n = 146$ ), con promedios de 7.97 Km/h ( $\pm 0.73$ ) y 3.26 Km/h ( $\pm 0.33$ ), respectivamente.

#### 4.1.3 Socialización

El comportamiento social fue muy característico y reconocible. En comparación con las demás categorías, presentó mayor riqueza en cuanto a exhibiciones e interacciones entre individuos, evidentes por la alta frecuencia de roces y rollos entre dos o más individuos; de luchas y de persecuciones ( $\chi^2 = 28.5$ ,  $p = 0.000$ ,  $n = 153$ , 4 g.l.).

Este trabajo diferenció entre una forma activa y otra pasiva en el comportamiento social para ambas especies. Durante la *socialización activa* los delfines, organizados en duetos, tríos o sub-grupos, tendían a permanecer en un área específica de pocos metros de diámetro donde interactuaban mediante roces, rollos y persecuciones, y rea-

lizaban diversos tipos de saltos y otras exhibiciones como nadar con el vientre hacia arriba, de lado y sacar la cabeza totalmente. Por sus características, es posible adjudicarle un carácter sexual, a pesar de que nunca fue evidente un apareamiento (Dawson & Stoolen 1996). En la *socialización pasiva*, adoptaban una posición estática con menor frecuencia y los individuos interactuaban menos entre sí; la frecuencia de saltos era más baja, al igual que otros tipos de exhibiciones. Nadar en la proa era lo más común en el delfín manchado (Figura 16).

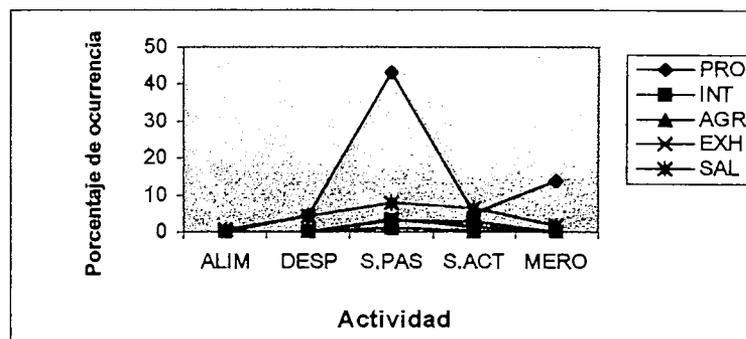
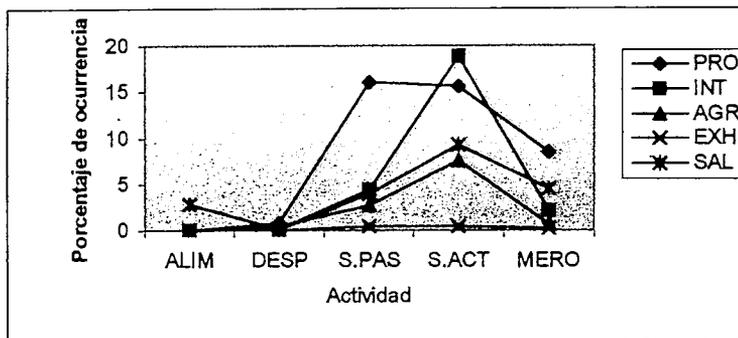


Figura 16. Porcentaje de ocurrencia de interacciones entre individuos y exhibiciones según la categoría de comportamiento, siendo (PRO), nadar en la proa; (INT), rollos, roces y sacar la cabeza (AGR), persecuciones, luchas y golpes con la cola; (EXH), nadar de lado, con el vientre hacia arriba y vueltas; (SAL) saltos altos, de lado, de espalda y al ras; para el bufeo; y el delfín manchado, en el Golfo Dulce. Jul 96-Jun 97.

#### 4.1.4 Merodeo

En términos de intensidad de las actividades, el merodeo - relacionado incluso con descanso- pareció ser el menos exigente. El permanecer estáticos fue lo más co-

mún en esta categoría tanto para el bufeo ( $\chi^2 = 514.74$ ,  $p = 0.0000$ , 12 g.l.), como para el delfín manchado ( $\chi^2 = 24.08$ ,  $p = 0.0005$ , 6 g.l.) (Figura 17).

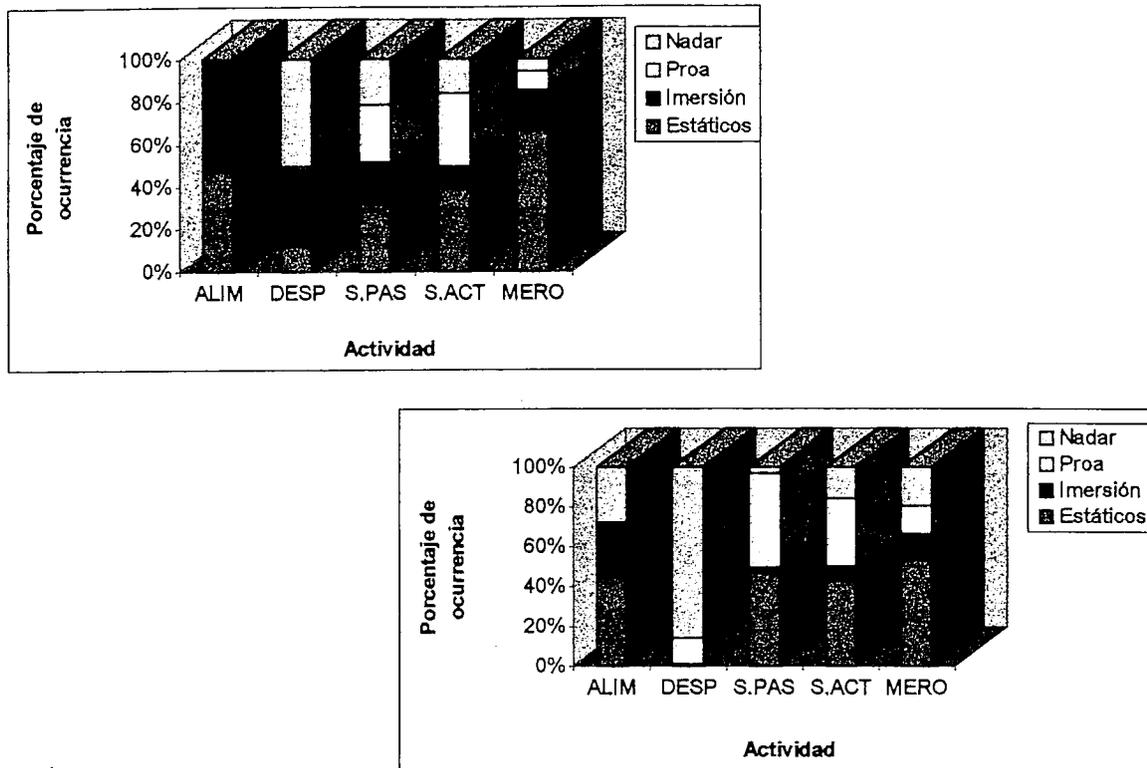


Figura 17. Caracterización de las actividades según el porcentaje de ocurrencia de algunas sub-categorías, para el bufeo (arriba) y el delfín manchado (abajo), en el Golfo Dulce. Jul 96-Jun 97.

## 4.2 PATRONES DE COMPORTAMIENTO

### 4.2.1 Diurnos

#### A) Bufeo

Las actividades de alimentación ocurrieron durante toda la mañana (6:00-11:59 m), sobre todo en la primera mitad (6:00-8:59 a.m.). A partir de la segunda mitad de la mañana, los delfines tendieron a desplazarse, aunque las actividades de merodeo y socialización activa también fueron sumamente frecuentes en este período. A partir de la primera mitad de la tarde (12:00 - 14:59 p.m.), se intensificaron las tendencias a sociali-

zar activamente y a merodear. Avanzada la tarde (15:00-17:59 p.m.) las actividades de socialización pasiva fueron lo más común ( $\chi^2 = 579.41$ ,  $p = 0.000$ ,  $n = 156$ , 12 g.l.) (Figura 18).

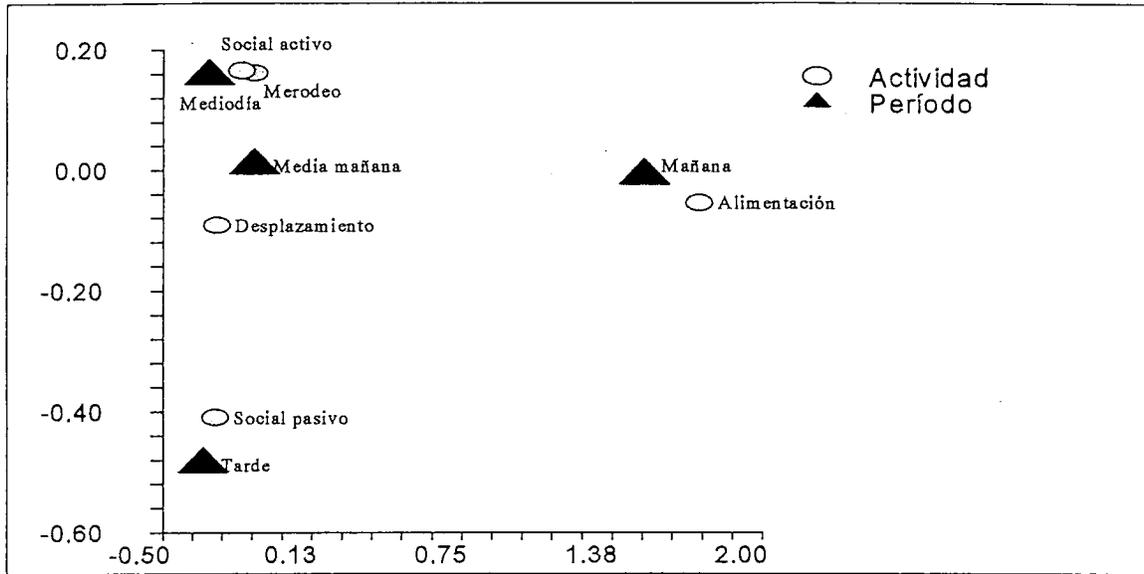


Figura 18. Relación entre el período del día y la actividad de acuerdo con el Análisis de Correspondencias, para el bisfeo en el Golfo Dulce. Julio 1996-Junio 1997.

### B) Manchado

Temprano en la mañana (6:00-8:59 a.m.) existió tendencia a desplazarse. En la segunda mitad de la mañana (9:00-11:59 a.m.) el tiempo fue dedicado a actividades alimentarias, aunque también se maximizó la tendencia a socializar activamente. Las actividades de socialización pasiva fueron más intensas temprano en la tarde (12:00-14:59 p.m.) y las actividades de merodeo ocurrieron sobre todo durante la segunda mitad de la tarde ( $\chi^2 = 27.69$ ,  $p = 0.0011$ ,  $n = 20$ , 9 g.l.) (Figura 19).

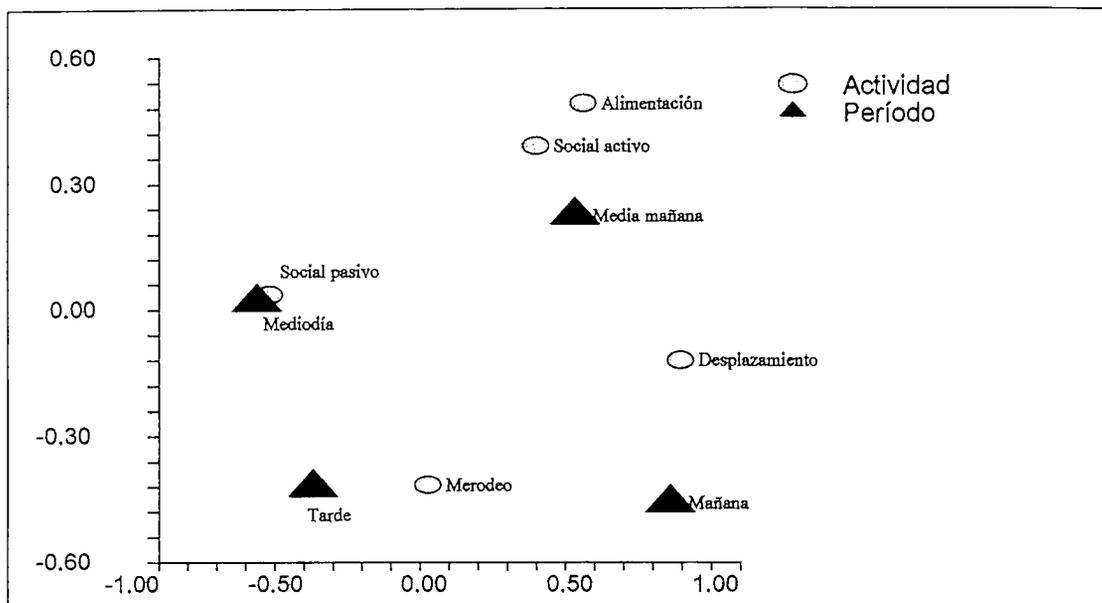


Figura 19. Relación entre el período del día y la actividad de acuerdo con el Análisis de Correspondencias, para el delfín manchado en el Golfo Dulce. Julio 1996-Junio 1997.

#### 4.2.2 Estacionales

##### A) Bufeo

Las actividades alimentarias fueron más intensas durante la época seca (enero - abril). Durante la época de principios de lluvia (mayo - agosto), dominaron las actividades de desplazamiento y socialización pasiva; mientras que al final del período de lluvias (setiembre - diciembre), la socialización activa y el merodeo fueron lo más frecuente ( $\chi^2 = 80.83$ ,  $p = 0.0000$ , 8 g.l.) (Figura 20).

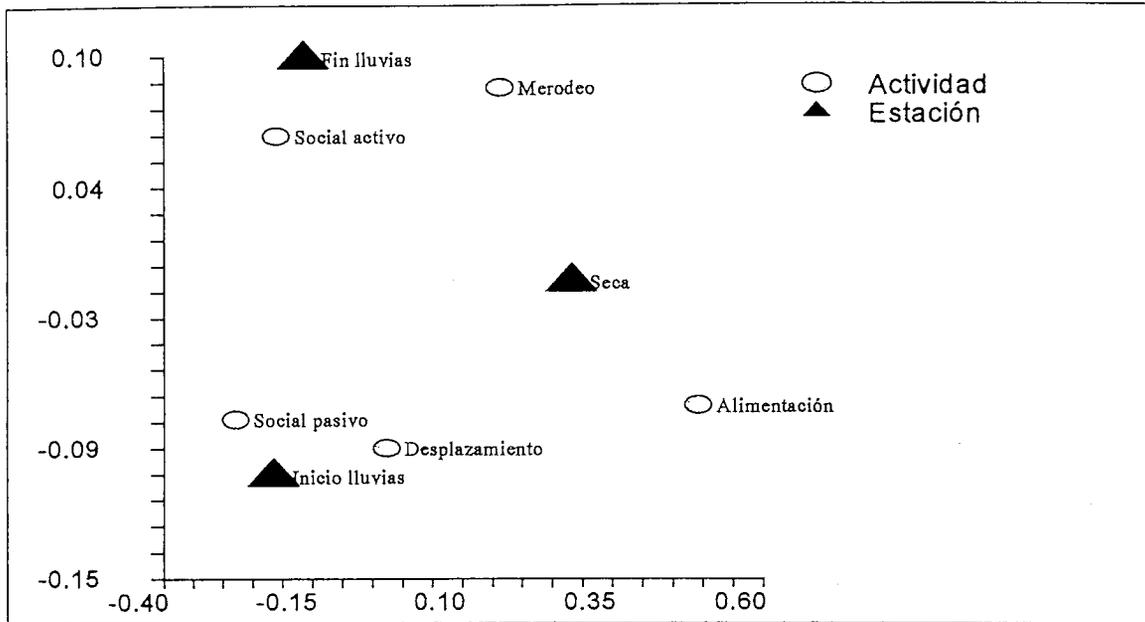


Figura 20. Relación entre la estación y la actividad de acuerdo con el Análisis de Correspondencias, para el bifeo en el Golfo Dulce. Jun 96-Jul 97.

### B) Manchado

Las actividades alimentarias, sociales de tipo pasivo y de desplazamiento, fueron más intensas durante la época seca. A la época de principios de lluvia se asociaron especialmente las actividades de merodeo; y en la época de final de las lluvias las actividades de socialización activa tuvieron su máxima intensidad. Sin embargo, tales diferencias no resultaron estadísticamente significativas ( $\chi^2 = 4.64$ ,  $p = 0.2001$ , 3 g.l.) (Figura 21).

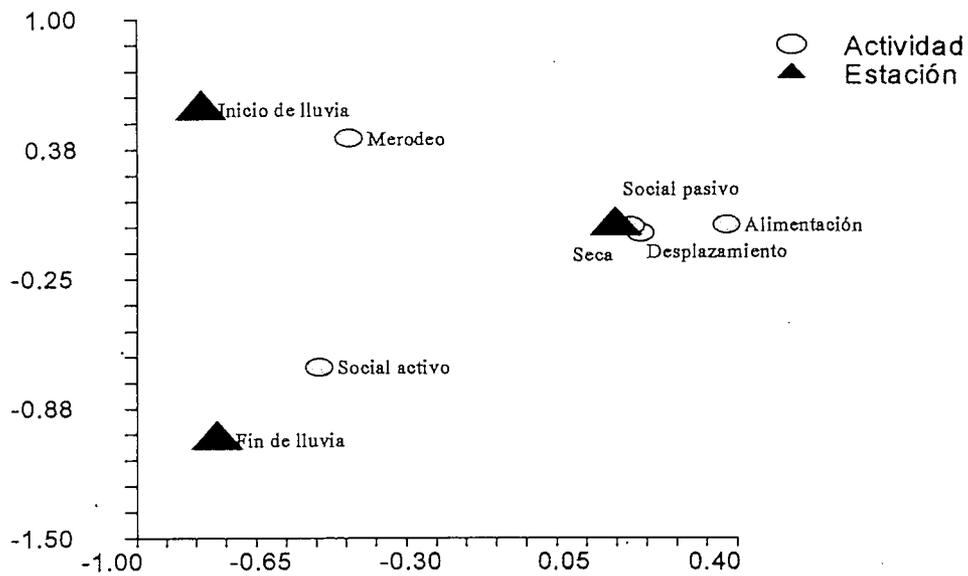


Figura 21. Relación entre la época del año y la actividad según el Análisis de Correspondencias, para el delfín manchado en el Golfo Dulce. Julio 1996-Junio 1997.

#### 4.3 PROPORCIONES RELATIVAS EN LA OCURRENCIA DE ACTIVIDADES A LO LARGO DEL DÍA

A pesar de las diferencias en los patrones de actividad en ambas especies, las proporciones relativas a cada categoría de comportamiento fueron semejantes. En total, a lo largo del día, la mayor proporción de tiempo fue dedicada a actividades sociales y la menor a actividades alimentarias (Figura 22).

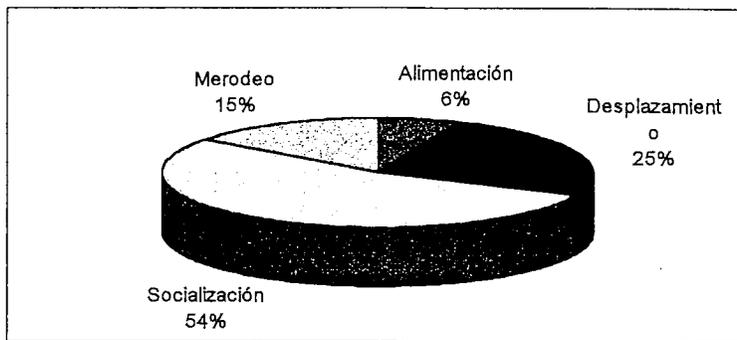
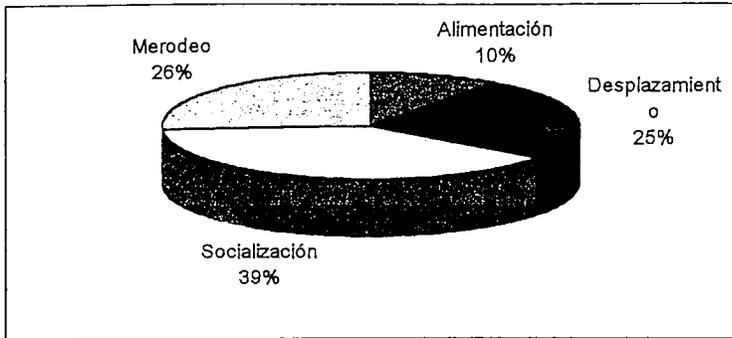


Figura 22. Proporciones de tiempo invertidas en cada actividad durante el día para el bufeo (a) y el delfín manchado (b) en el Golfo Dulce. Jul 96-Jun 97.

## 5. DISCUSIÓN

El delfín manchado demostró ser una especie más tendiente a interactuar con las embarcaciones, mientras que el bufeo mostró mayor tendencia a bucear - "inmersión" (INM)- (Figura 23). En términos generales, la seguridad relativa que otorgan los grupos grandes influye en la conducta individual mediante actitudes de alerta menos pronunciadas (Wells *et al* 1987).

Por su parte, el delfín manchado mostró ser, en promedio, más veloz y con menor tendencia a que los individuos permanecieran estáticos. La ubicación de las áreas ocupadas por el bufeo dentro del golfo, debe otorgar ventajas en términos de menor exposición a potenciales depredadores, debido a la mayor cercanía a la costa, donde se supone la abundancia de tiburones es menor (Capítulo I).

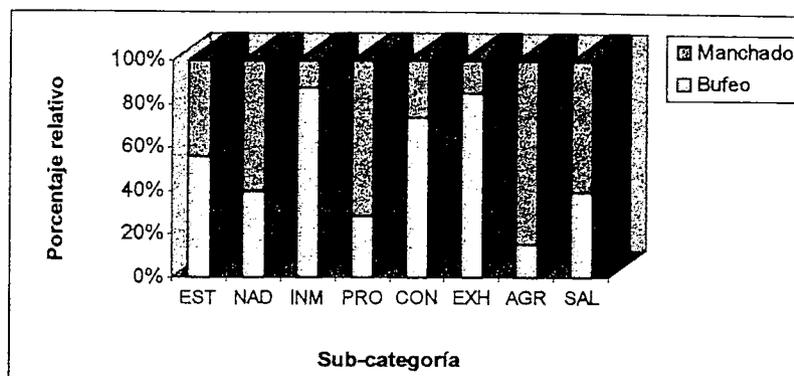


Figura 23. Porcentaje de ocurrencia de unidades de acción para el bufeo y el delfín manchado, como rasgos generales de la conducta. (EST) estáticos; (NAD) nadar; (INM) inmersión; (PRO) proa; (CON) roces, rollos y cabeza; (EXH) vientre arriba, lado y vueltas; (AGR) persecuciones, luchas y golpes con la cola; (SAL) saltos. Golfo Dulce. Jul 96-Jun 97.

## **5.1 PATRONES DE ACTIVIDAD**

### *5.1.1 Diurnos*

Ambas especies tienen patrones de actividad a lo largo del día, sin embargo, éstos resultaron diferentes entre sí. Aunque la menor frecuencia de avistamientos en el caso del manchado puede haber sesgado los resultados, las diferencias encontradas sugieren que los resultados reflejan una realidad en la cual no es suficiente la separación espacial para que la disminución en la competencia sea óptima. De hecho, dos especies compiten sin necesidad de encontrarse con sólo que, por ejemplo, compartan hasta cierto nivel algún recurso indispensable (Krebs 1985).

Aunque ha sido determinado que la diferencia de tamaño entre las dos especies de delfines establece tamaños de presas diferentes e, incluso, familias preferidas diferentes (Acevedo 1996), durante los muestreos de este estudio fue posible ver a ambas especies alimentarse de pez aguja. Falta de coincidencia en los patrones diurnos pueden entonces aligerar la presión competitiva desde este punto de vista.

Otra alternativa puede estar en función de los patrones de disponibilidad de las presas preferidas por cada especie de delfín. Según las presas tengan o no patrones de migración vertical, pueden determinar patrones de actividad diferentes en cada especie de delfín, en conjunto con el tipo de hábitat (Würsig *et al.* 1991).

A pesar de las diferencias en el ordenamiento temporal de actividades, en general, ambas especies aumentaban su actividad con el transcurso de las horas, con un máximo durante los períodos cercanos al medio día, mediante la realización de actividades sociales (especialmente *activas*), y un descenso significativo al final de la tarde cuando la actividad cambiaba a socialización pasiva o merodeo. Tales semejanzas, sumadas a las referentes al tiempo relativo dedicado a cada actividad en las dos especies sugieren que el factor determinante de las diferencias encontradas en los patrones de conducta entre ambas especies, estuvo más relacionado con aspectos externos que con estados internos.

Si bien en ambas especies las actividades alimentarias se asociaron con las horas de la mañana, no fue posible determinar recurrencia de las mismas en horas de la tarde, tal y como ocurre en otras regiones (Bräger 1993; Shane *et al.* 1986, Shane 1990*b*). Esto pudo ser el resultado del menor esfuerzo de muestreo luego de las 16:00 horas (debido a condiciones ambientales adversas). Sin embargo, dado que durante el día ambas especies dedicaron la menor proporción de su tiempo a actividades alimentarias, es posible que el transcurso de la noche sea aprovechado por ambas para alimentarse, como ocurre en otras zonas (Day 1998).

Würsig *et al.* (1991), sugieren que las actividades sociales luego de las actividades alimentarias debe ser un mecanismo adaptativo que permite a los animales reconocerse unos a otros para continuar asegurando la cooperación durante la búsqueda de alimento, sobre todo porque las interacciones entre individuos son altamente variables. Esto parece explicar la mayor proporción de tiempo diurno dedicado a actividades so-

ciales por ambas especies en el Golfo, particularmente si es probable que aprovechen la noche para alimentarse.

En el caso del bufeo, el que las actividades de desplazamiento ocurrieran frecuentemente luego de alimentarse, pudo ser un mecanismo de evasión de depredadores, sobre todo si sus sitios de forrajeo son altamente predecibles (Capítulo III). El desplazamiento en el delfín manchado, ocurrido sobre todo antes de las actividades alimentarias, debió significar búsqueda de los sitios de alimentación.

### *5.1.2 Estacionales*

Los patrones estacionales de ambas especies mostraron semejanzas importantes. La mayor dedicación de tiempo a actividades alimentarias durante la época seca por ambas especies, pudo ser el resultado de una mayor abundancia de presas en esa época (von Wangelin & Wolff 1996) (Capítulo I). Por su parte, la mayor frecuencia de actividades de socialización activa al final del período de las lluvias, pudo reflejar picos en la época reproductiva en ambas especies. Unidades de acción propias de la socialización activa tales como rollos, roces, ciertos saltos y exhibiciones como nadar con el vientre hacia arriba, responden a comportamiento sexual (Dawson & Stoolen 1996). Al parecer, en muchas especies de cetáceos, la reproducción es una actividad cíclica, ligada con cambios ambientales estacionales (Carwardine *et al* 1998). Aunque en los trópicos no se han encontrado picos estacionales marcados, algunas diferencias pueden existir (Wells *et al.* 1996). Las coincidencias encontradas se relacionan con actividades determinantes para la sobrevivencia, lo cual explica en términos generales su homogeneidad.

# CONCLUSIONES

---

- /// Las diferencias en distribución no son la única estrategia para evadir la competencia por parte de ambas especies dentro del Golfo Dulce. A nivel diurno, los patrones de comportamiento contribuyen a través de diferencias en el orden de ocurrencia de las distintas actividades, a pesar de que las proporciones relativas correspondientes a cada tipo de actividad son muy semejantes.
- /// A una escala anual, los patrones de comportamiento son más semejantes en comparación con una escala diurna, debido a que pueden verse afectados por aspectos que se relacionan directamente con la sobrevivencia de las especies, como son la disponibilidad de alimento y la reproducción.

---

## L I T E R A T U R A C I T A D A

---

- Acevedo-Gutiérrez, A. 1996. Estrategias alimenticias, estructura de grupo y ecología del tursión (*Tursiops truncatus*) en Golfo Dulce y las isla del Coco, Costa Rica. Reporte de campo presentado al Parque Nacional Isla del Coco y a la Estación de Investigación Golfito de la Universidad de Costa Rica. *Mimeografiado*. 25 p.
- Acevedo-Gutiérrez, A. and S.Buckhart. 1998. Seasonal distribution of bottlenose (*Tursiops truncatus*) and pan-tropical spotted (*Stenella attenuata*) dolphins (Cetacea: Delphinidae) in Golfo Dulce, Costa Rica. *Rev.Biol.Trop.*, 46 Suppl. Preliminar.
- Altmann, J. 1974. Observational study of behavior: Sampling methods. *Behaviour* 49(3-4): 277-267.
- Bräger, S. 1993. Diurnal and seasonal behavior patterns of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *Mar.Mamm.Sci.* 9(4): 434-438.
- Bel'kovich, V.M., A.V. Agafonov, O.V. Yefremenkova, L.B. Kosarovitsky, and S.P. Kharitonov. 1991. Herd, structure, hunting and play bottlenose dolphins in the black sea. *In* Dolphin societies, discoveries and puzzles. K.Pryor and K. Norris (Eds.) University of California Press, 397 p.
- Carwardine, M; E. Hoyt; R.E Fordise and P. Gill. 1998. Whales, dolphins & porpoises. Time life books. Hon Kong, China. 288 p.
- Dawson S.M. and E. Stoolen. 1988. Hector's dolphin, *Cephalorhyncus hectori*: distribution and abundance. *Rep.Int.Whal.Comm.* (Special Issue 9), p.315-324.
- Dawson S.M and E. Stoolen. 1996. Doen-under dolphins: the story of Hector's dolphin. Canterbury University Press. New Zealand. 60 p.
- Day, J.R.. 1998. Nocturnal movements and behavior patterns of Pacific coast bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). Master's Thesis, San Diego State University, San Diego, CA. 128 pp.
- Drickamer, L.C. and S.H. Vessey. 1992. Animal Behavior mechanisms, ecology and evolution (3rd de.) W.C. Brown Publishers. 479 p.
- Hanson, M.T. and R.H. Defran. 1993. The behaviour and feeding ecology of the Pacific Coast bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*. *Aquatic Mammals*, 1993: 127-142.
- Krebs, C.J. 1985. Ecología: Estudio de la distribución y la abundancia. Harla S.A. México. 753 p.
- Scott, M.D.; R.S. Wells and A.B. Irvine. 1990. A long-term study of bottlenose dolphins on the West Coast of Florida. *In* The bottlenose dolphin. Chapter 11. Pp 235-243. Academic Press, Inc. 653 p.
- Shane, S.H., R.S. Wells and B.Würsig. 1986. Ecology, Behavior and Social organization of the bottlenose dolphin: a review. *Mar.Mamm.Sci.* 2(1): 34-63.

Shane, S.H. 1990a. Comparison of bottlenose dolphin behavior in Texas and Florida, with a critique of methods for studying dolphin behavior. *In* S.Leatherwood and R.R. Reeves (editors). The bottlenose dolphin, pages 541-558.

Shane, S.H. 1990b. Behavior and Ecology of the bottlenose dolphin at Sanibel Island, Florida, Pp. 245-265. *In* The bottlenose dolphin (S.Leatherwood and R.R. Reeves, eds.). Academic Press, San Diego, California, 653 pp.

von Wangelin, M. and M. Wolff. 1996. Comparative biomass spectra and species composition of the zooplankton communities in Golfo Dulce and Golfo de Nicoya, Pacific coast of Costa Rica. *Rev.Biol.Trop.* 44 : 135-155.

Wells, R.S. 1993. The Marine mammals of Sarasota Bay. Chapter 9, pp 9.1-9.25. *In* Sarasota Bay: 1992 Framework for action, Published by the Sarasota Bay National Estuary Program, 1550 Ken Thompson Parkway, Sarasota, FL.

Wells, R.S., A.B. Irvine and M.D. Scott. 1980 The social structure of inshore odontocetes. *In* (I.M. herman, ed) cetacean Behavior: Mechanisms and functions. Wiley and Sons: New York, 463 p.

Wells, R.S. , M.D. Scott and A.B. Irvine. 1987. The social structure of free ranging bottlenose dolphins. Pp: 247-305. *In* Current mammalogy . Vol 1, Chapter 7. H.H. Genoways (De.) Plenum Press, N.Y.

Wolff, M., H.J. Hartmann and V. Koch. 1996, A pilot trophic model for Golfo Dulce, a fjord-like tropical embayment, Costa Rica. *RevBiol.Trop.*, 44, Suppl. 3.

Würsig, B. and M. Würsig. 1979. Behavior and ecology of the bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, in the South Atlantic. *Fish. Bull.* 77: 339-412.

Würsig, B., F. Cipriano and M. Würsig. 1991. Dolphin movement patterns: information from radio and theodolite tracking studies. Chapter Two. *In*. Dolphin Societies: discoveries and puzzles. K.Pryor and K.S. Norris (Eds.) 197 pp.

# CAPÍTULO III

---

USO DEL ESPACIO BIDIMENSIONAL POR EL DELFÍN BUFEO (*TURSIOPS TRUCATUS*) Y EL DELFÍN MANCHADO (*STENELLA ATTENUATA*) EN EL GOLFO DULCE.

---

## 1. RESUMEN

---

Toda especie es rodeada por una serie de factores que interactúan entre sí, pero el peso de cada factor no es siempre el mismo en el juego de interacciones. La importancia o el grado de influencia que una característica ambiental particular pueda ejercer sobre una especie dependerá no sólo de las demás variables sino de las condiciones morfológicas, fisiológicas y sociales de esa especie. En este estudio la pregunta fue enfocada a determinar si la interacción de factores tales como la profundidad, la temperatura y la salinidad, entre otros, es variable en distintos puntos de las zonas de distribución del bufeo y el delfín manchado, de tal modo que las actividades realizadas por ambas especies puedan relacionarse con modos de interacción particulares. Aunque no fue posible hallar una relación marcada entre actividades y zonas particulares con base en las variables ambientales, al analizarlas por separado no mediante la aplicación del Análisis Múltiple Discriminante (MDA), los resultados obtenidos ofrecen información valiosa sobre tendencias muy interesantes. Los resultados respecto a la formación de grupos y su velocidad de movimiento en relación con las actividades, revelaron promedios menores en ambos aspectos durante las actividades alimentarias en las dos especies. La falta de significancia, en relación con los aspectos ambientales, fue atribuida a tres aspectos: (a) las transiciones entre actividades se daban generalmente dentro de un área poco variable, (b) era común que los delfines se desplazaran cubriendo grandes áreas sin cambiar de actividad y (c) las condiciones en el Golfo son bastante homogéneas.

---

## 2. INTRODUCCIÓN

---

Todas las especies animales se asocian a características particulares de su hábitat, de tal forma que una sumatoria de condiciones o, mejor dicho, una interrelación de factores, determinan la forma como cada una de esas utiliza el ambiente que le rodea (Krebs 1986). Parece ser que en los cetáceos factores tales como las tasas de depredación, la calidad y el espaciamiento de los parches de alimento, así como la facilidad con que dichos parches son encontrados, ejercen la mayor influencia en la estructura social de las distintas especies, la cual influye grandemente en la forma como cada una utiliza su espacio (Puliam & Caraco 1994).

Por su parte, las características del hábitat que influyen en el comportamiento varían de sitio a sitio. Estudios realizados con el delfín bufeo dictan que, en efecto, los factores ambientales que integran la ecología local influyen en ese aspecto de diversas maneras (Shane 1977; Norris & Dohl 1987; Shane 1990*b*; Shane 1990*a*).

En general, el comportamiento alimentario es el que ha recibido mayor análisis. Ha sido encontrada una relación entre éste y condiciones ambientales específicas tales como profundidad de la columna de agua (Shane. 1990*b*), distancia de la costa (Shane 1977; Würsig and Würsig 1979), el flujo de la marea (Shane 1990*b*), el tipo de presa (Barros & Odell, 1990) y las actividades humanas (Connor & Smolker 1985, Corkeron *et al.* 1990). Würsig and Würsig (1979) encontraron que las actividades de descanso en el bufeo eran realizadas cerca de la costa temprano en la mañana.

Este capítulo fue desarrollado con el objetivo de determinar si las distintas actividades realizadas por los delfines bufeo y manchado ocurren en zonas específicas dentro de sus respectivas áreas de distribución (Capítulo I) y si a cada actividad se asocian características ambientales particulares. En efecto, se esperaba encontrar asociaciones específicas entre cada tipo de comportamiento y las áreas donde ocurren y una

combinación diferente de variables ambientales relacionadas con cada categoría mayoritaria de comportamiento.

---

### 3. METODOLOGÍA

---

El Golfo Dulce ofrece condiciones apropiadas para mantener, al menos, una especie de delfín de forma estable dentro de sus límites (Acevedo-Gutiérrez & Bukhart 1998). Sin embargo, tal y como lo recalcan Wolff *et al.* (1996), la presión de la actividad pesquera, con efectos ya de por sí un tanto negativos (Segura & Campos 1989), puede amenazar dicha estabilidad. De hecho, las bocas de los ríos, aprovechadas insistentemente por el bufeo como sitios de alimentación (Capítulo II), son también focos aprovechados por los pescadores de la zona (Wolff *et al.* 1996). Pobladores de Puerto Jiménez, han sido testigos del bloqueo de las bocas de los ríos con redes a fin de capturar mayor cantidad de peces, con menor esfuerzo (O. Aries 1998, *com.pers.*).

Los recorridos a lo largo del golfo y la toma de variables ambientales fueron conducidos como se explica detalladamente en el Capítulo I. Fue utilizada la clasificación de actividades descrita en el Capítulo II (alimentación, desplazamiento, socialización *pasiva* y *activa* y merodeo) y se entendió por grupo a cualquier número de delfines observado en asociación aparente, moviéndose en la misma dirección y a menudo, pero no siempre, involucrado en la misma actividad (Shane 1990*b*). La localización exacta de cada grupo fue definida utilizando un sistema de navegación portátil (“GPS”). Las coordenadas geográficas obtenidas fueron luego convertidas a coordenadas métricas —utilizando el programa *Convert* (por: Marlon Molina)— y ubicadas en el mapa del Golfo Dulce mediante *MapInfo*, un software del Sistema de Información Geográfica.

La toma de variables ambientales fue realizada inmediatamente después de avistar un individuo o un grupo. Cuando durante el seguimiento, el período de observación abarcó más de 60 minutos, la toma de datos ambientales fue hecha al término

de cada hora luego de la primera medición. Con el fin de caracterizar las agrupaciones de acuerdo con la actividad, fue estimado el número de individuos en el grupo en cada caso.

### **3.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

La relación del tamaño de grupo con la actividad, y de la velocidad de movimiento con la actividad, para ambas especies, fue explorada mediante ANDEVA's de bloques. La misma prueba fue utilizada para determinar diferencias en los factores ambientales, según la categoría de comportamiento.

---

## **4. RESULTADOS**

---

### **4.1 DISTRIBUCIÓN SEGÚN LAS CATEGORÍAS DE COMPORTAMIENTO**

#### *4.1.1 Bufo*

##### **A) Alimentación**

En la costa occidental, las actividades alimentarias ocurrieron en las bocas de los ríos Rincón, Agujas y Tigre, así como en áreas limítrofes a manglar entre Bahía Rincón y Punta Palma. En la costa oriental, la alimentación ocurrió en las desembocaduras de los ríos Esquinas y Coto Colorado y, en los arrecifes rocosos cercanos a Punta Gallardo, en cuyo caso los bordes costeros consisten en paredones casi verticales cubiertos de vegetación arbórea y en la entrada a Golfito (Figura 24).

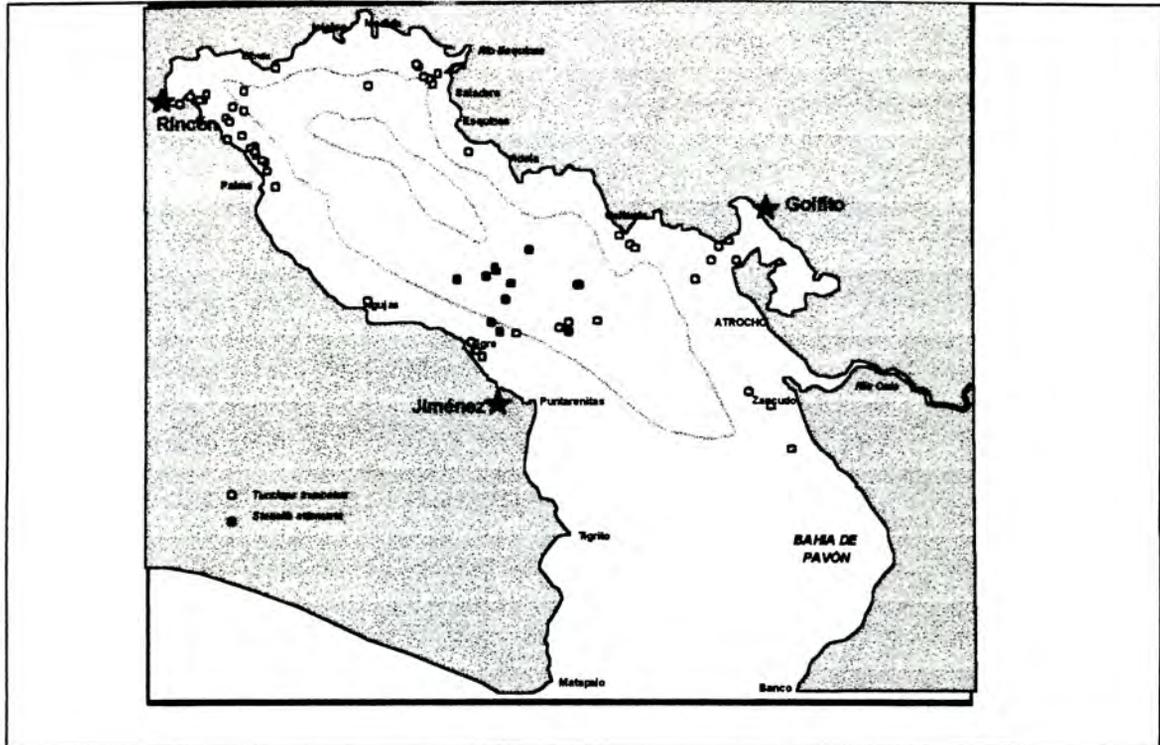


Figura 24. Áreas de distribución asociadas con el comportamiento alimentario del bufeo y el delfín manchado en el Golfo Dulce. Jul 96-Jun 97.

### B) Desplazamiento

Los bufeos fueron encontrados desplazándose a lo largo de la costa occidental, desde Punta Tigre hasta Bahía Rincón, tanto en dirección norte como sur; a lo largo de la costa norte, desde Bahía Rincón hasta punta Esquinas, en direcciones noroeste y noreste y, cruzando el golfo desde la entrada a Golfito hacia Puerto Jiménez y desde Río Aguajas hacia Punta Gallardo (Figura 25).

En 16,56% de las veces se encontró al delfín bufeo en el centro del golfo (n=42). En tales casos, los grupos se encontraron desplazándose de un lado a otro; aunque no fue posible determinar el motivo por el cual cruzaban, debido a que los pocos grupos avistados fueron perdidos. Sin embargo, en 23,8% (n=42) del inicio de los avistamientos los delfines parecieron provenir del centro, luego de lo cual continuaron

moviéndose en dirección paralela a la costa o se establecieron en un área definida donde iniciaron una nueva actividad.

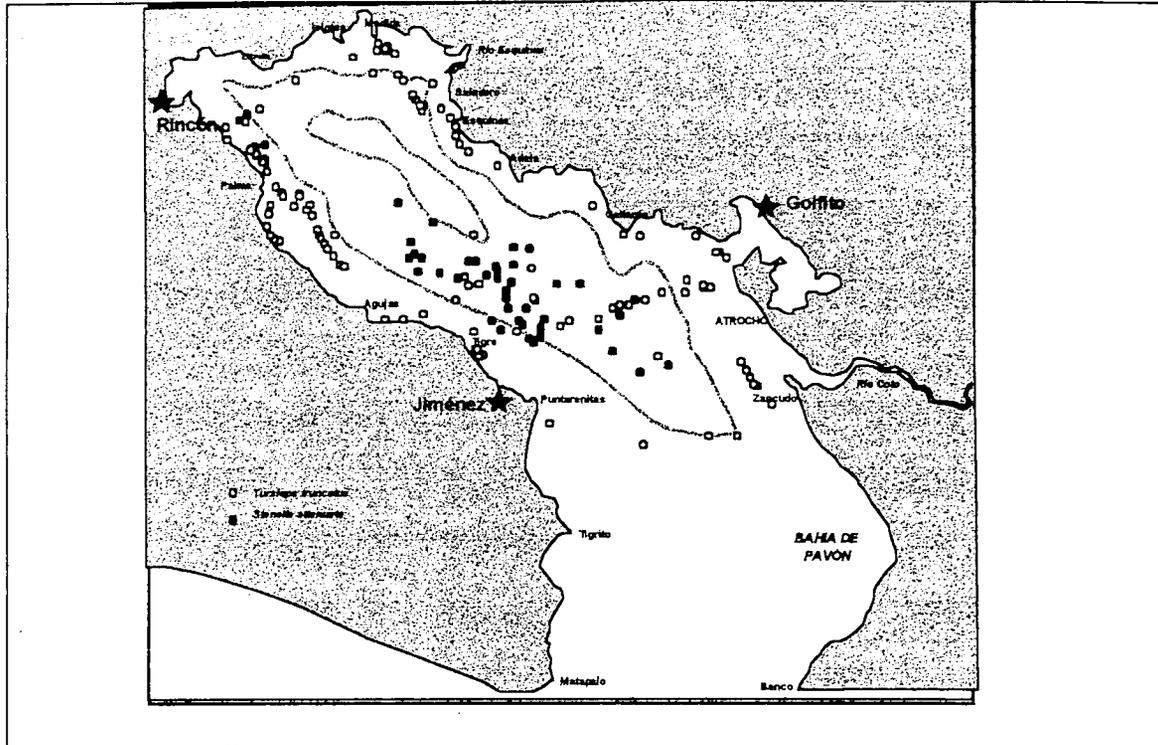


Figura 25. Áreas de distribución asociadas con actividades de desplazamiento del buseo y el delfín manchado en el Golfo Dulce. Jul 96-Jun 97.

### C) Socialización

Los delfines fueron vistos socializando en Bahía Rincón; desde “los Mogos” (luego de Medida hacia el oeste) hasta Punta Esquinas, en el lado norte; entre Punta Agujas y Punta Tigre, en el lado occidental, y cerca del centro, entre Río Tigre y Río Coto Colorado (Figura 26).

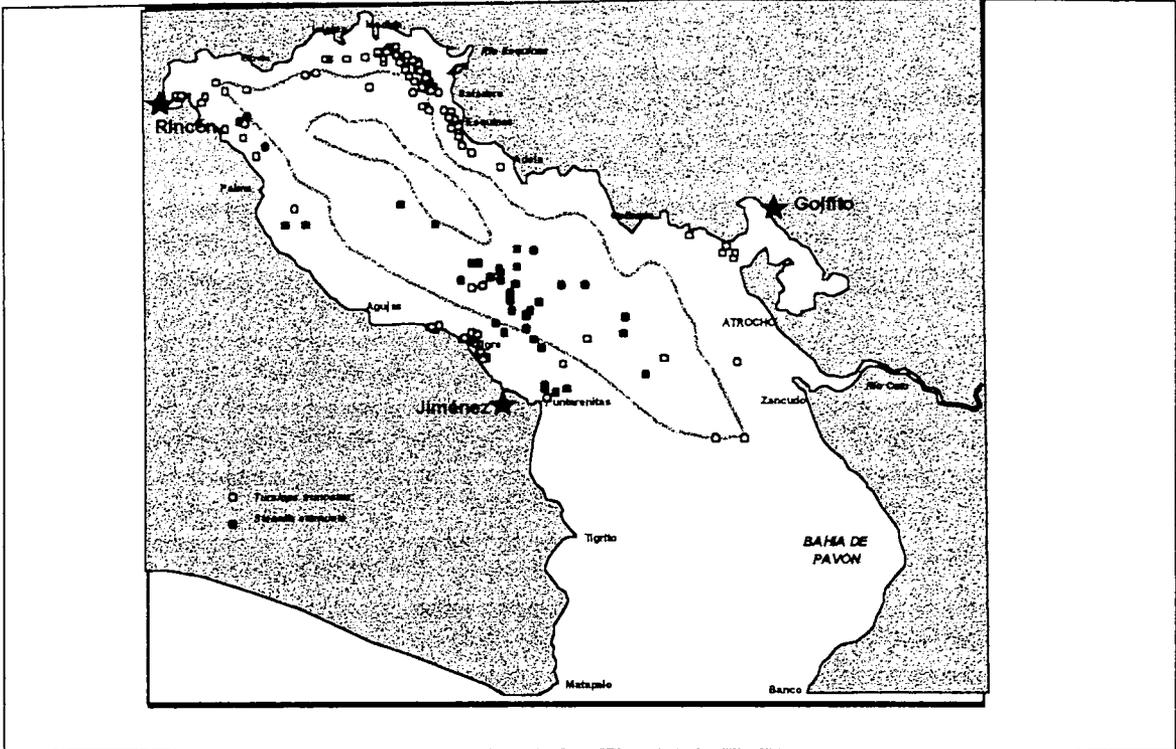


Figura 26. Áreas de distribución asociadas con el comportamiento social del bufeo y el delfín manchado en el Golfo Dulce. Jul 96-Jun 97.

#### D) Merodeo

Las actividades de merodeo ocurrieron en las costas oriental y occidental. En la primera fue común encontrar al bufeo merodeando cerca de la desembocadura del Río Coto Colorado, en la entrada de Gofito y dentro de éste y en la desembocadura del Río Esquinas. En la costa occidental, las actividades de merodeo se dieron entre Puntarenitas y Punta Agujas, y entre Bahía Rincón y Punta Palma (Figura 27).

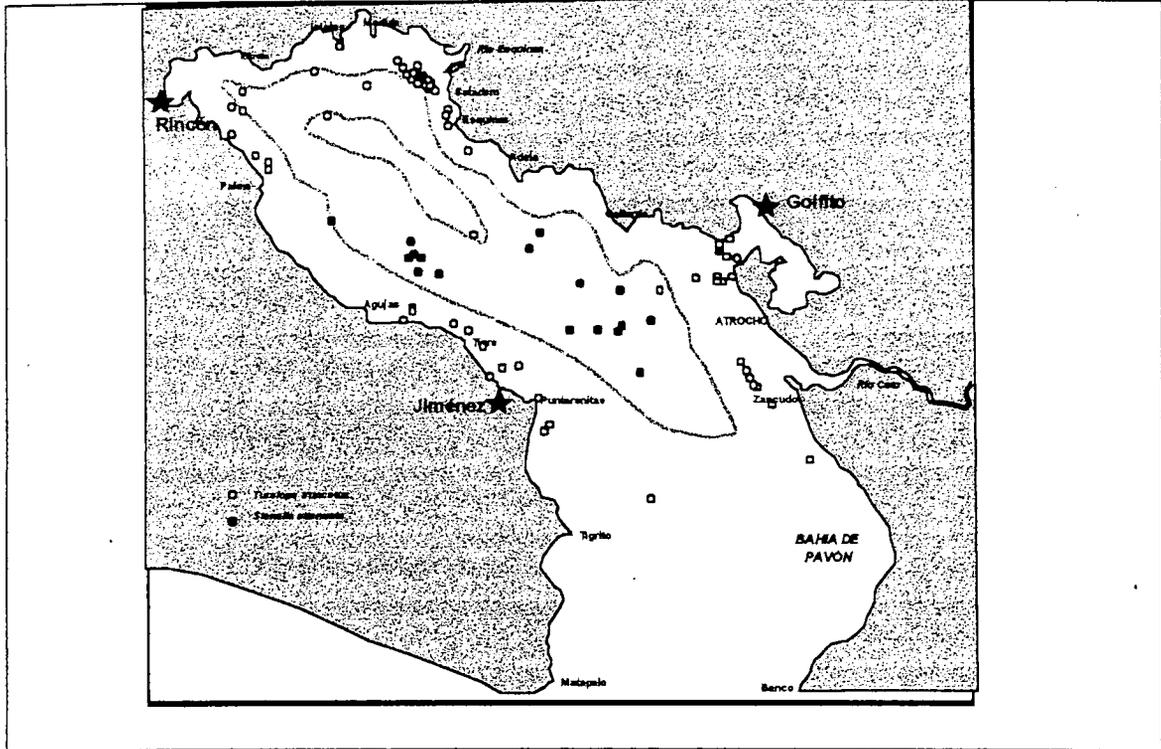


Figura 27. Áreas de distribución asociadas con el comportamiento de merodeo del bufeo y el delfín manchado en el Golfo Dulce. Jul 96-Jun 97.

#### 4.1.2 Manchado

El delfín manchado tendió a ubicarse en o cerca del centro (Capítulo I) y, cuando se desplazó, lo hizo sobre todo con tendencia a estar más cerca de la costa occidental del golfo, a una distancia aproximada entre los 2000 y 8000 metros (Figura 25). Su movilización prácticamente constante durante todos los avistamientos fue tan variable en dirección que no fue posible hallar tendencias en relación con el comportamiento.

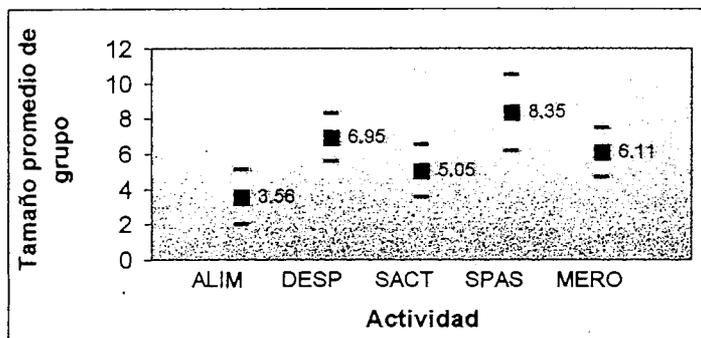
Debido a que esta especie se agrupó generalmente formando una manada (capítulo I), los distintos grupos que la componían, por lo general, no realizaron todos la misma actividad. Por dar un ejemplo, fue posible que uno o más grupos se dedicaran a actividades alimentarias mientras otros realizaban interacciones sociales y otros sim-

plemente merodeaban. Por esto, en general las áreas de distribución asociadas a las diferentes actividades no fueron diferenciables (Figura 24 a Figura 27).

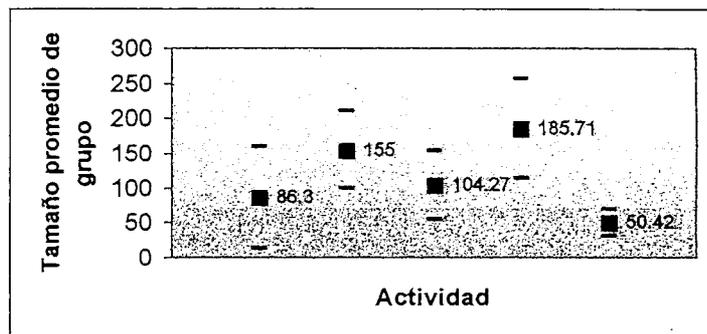
## 4.2 CARACTERÍSTICAS DEL GRUPO SEGÚN LA ACTIVIDAD

### 4.2.1 Tamaño de grupo

En ambas especies el mayor promedio en el número de individuos por grupo correspondió a la categoría de socialización activa, seguido en forma decreciente y respectiva por el desplazamiento, la socialización pasiva y la alimentación. El orden de magnitud relativo para las actividades de merodeo fue el único que presentó diferencias en ambas especies. En el caso del bufeo, el menor tamaño promedio de grupo estuvo asociado a las actividades de alimentación (ANDEVA,  $F = 2.624$ ,  $p = 0.037$ ,  $n = 156$ , 4 g.l.), mientras que en el manchado correspondió a los momentos de merodeo (ANDEVA,  $F = 3.817$ ,  $p = 0.009$ ,  $n = 51$ , 4 g.l.) (Figura 28).



(a)



(b)

Figura 28. Tamaño promedio de grupo según la categoría de comportamiento para el bufeo (a) y el delfín manchado (b) en el Golfo Dulce. Las barras de error representan intervalos de confianza del 95%

### 4.3 FACTORES AMBIENTALES ASOCIADOS A LOS DISTINTOS TIPOS DE COMPORTAMIENTO

Ninguna de las variables siguientes mostró diferencias significativas entre categorías de comportamiento; sin embargo, las tendencias observadas revelan resultados interesantes que se describen a continuación:

#### *4.3.1 Distancia respecto a la costa*

Tanto en el caso del bufeo como del delfín manchado, el promedio de distancia menor correspondió a las actividades alimentarias; mientras que el promedio mayor de distancia respecto a la costa quedó referido a las actividades de socialización activa, en el caso del delfín bufeo (Figura 29a), y a la socialización pasiva, en el caso del delfín manchado (Figura 29b).

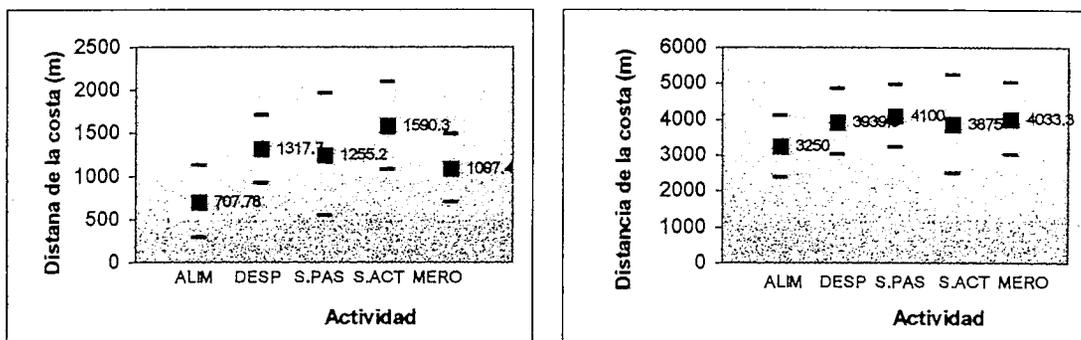


Figura 29. Distancia promedio respecto a la costa según la actividad para el bufeo (izquierda) y el delfín manchado (derecha) en el Golfo Dulce, con intervalos de confianza del 95%. Jul 96-Jun 97.

#### *4.3.2 Profundidad*

En ambas especies, las actividades de alimentación, desplazamiento y merodeo coincidieron con áreas menos profundas en comparación con las actividades sociales. De esto, las actividades alimentarias y de merodeo se asociaron a las zonas más bajas en el bufeo, mientras que en el delfín manchado tal condición se asoció al desplazamiento y al merodeo (Figura 32).

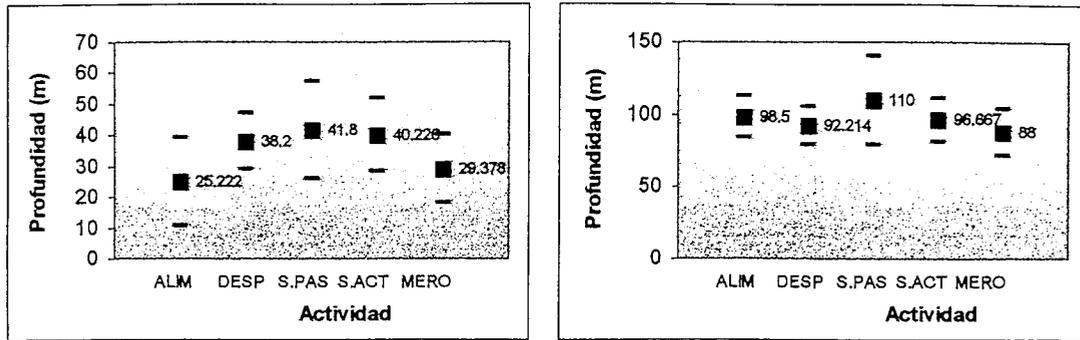


Figura 30. Profundidad promedio según la actividad para el bufeo (izquierda) y el delfín manchado (derecha) en el Golfo Dulce, con intervalos de confianza del 95%. Jul 96-Jun 97.

#### 4.3.3 Salinidad

La menor salinidad se asoció a las áreas de alimentación y merodeo en el caso del bufeo, mientras que para el delfín manchado esas actividades fueron realizadas en áreas con la mayor salinidad respecto a las otras actividades (Figura 33).

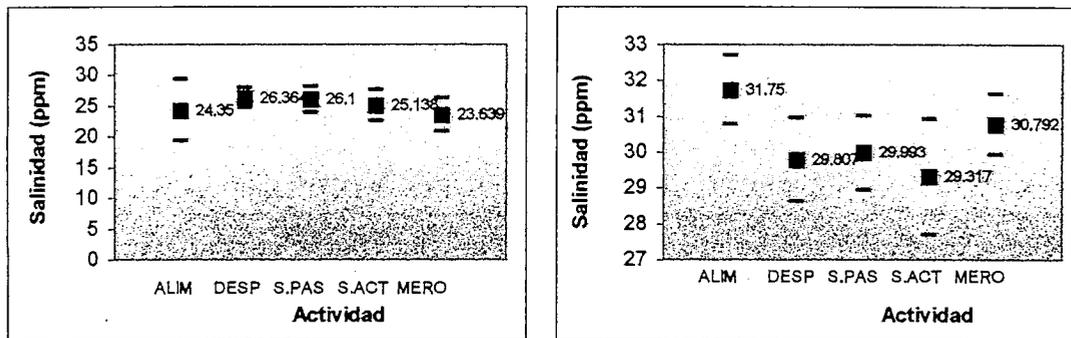


Figura 31. Salinidad promedio según la actividad para el bufeo (izquierda) y el delfín manchado (derecha) en el Golfo Dulce, con intervalos de confianza del 95%. Jul 96-Jun 97.

#### 4.3.4 Temperatura

Las áreas de alimentación del bufeo coincidieron con la menor temperatura promedio en comparación con sus demás actividades. Caso contrario ocurrió con el delfín manchado, para el cual las actividades de alimentación estuvieron relacionadas a zonas con la mayor temperatura promedio respecto a otras actividades. La diferencia

de temperatura entre las áreas de forrajeo de ambas especies fue de poco más de un grado en el caso del manchado (Figura 32).

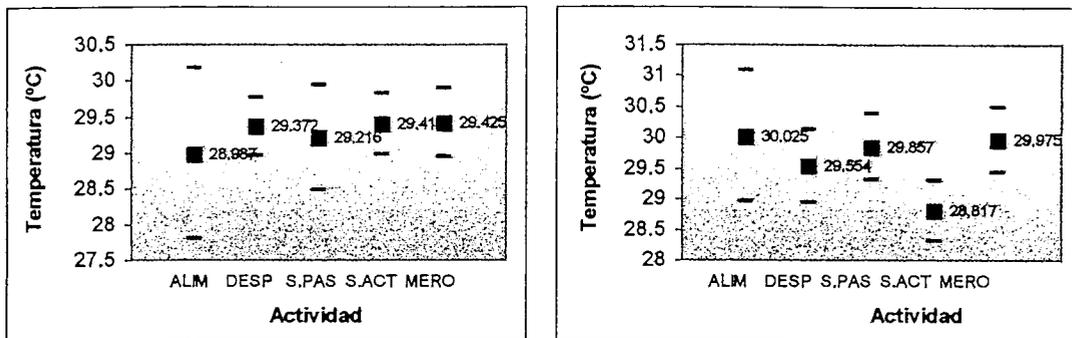


Figura 32. Temperatura promedio según la actividad para el bufeo (izquierda) y el delfín manchado (derecha) en el Golfo Dulce, con intervalos de confianza del 95%. Jul 96-Jun 97.

#### 4.3.5 Oleaje

Para el bufeo, las condiciones de oleaje fueron mínimas durante las actividades de alimentación y merodeo y máximas durante las actividades sociales. En términos generales, la misma situación se dio en el caso del delfín manchado, excepto porque las actividades de merodeo coincidieron con el mayor oleaje promedio respecto a las otras actividades (Figura 33).

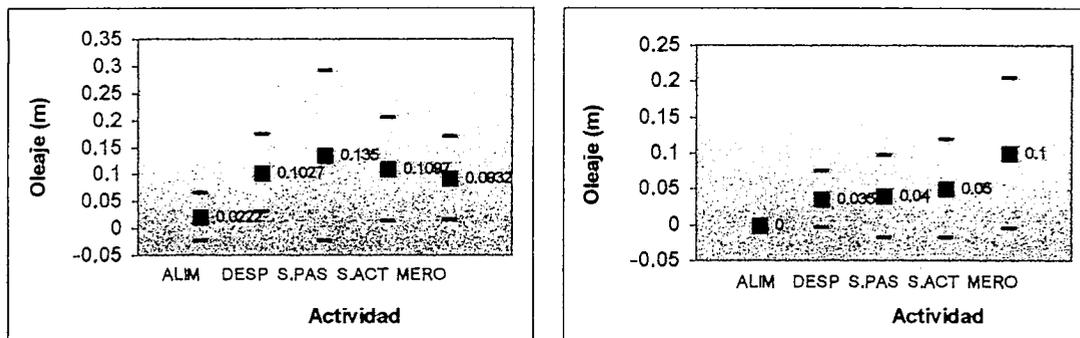


Figura 33. Oleaje promedio según la actividad para el bufeo (izquierda) y el delfín manchado (derecha) en el Golfo Dulce, con intervalos de confianza del 95%. Jul 96-Jun 97.

No fueron encontradas tendencias claras en relación con el resto de la variables ambientales registradas. Las condiciones en tales casos fueron, en general, muy uniformes (Capítulo I).

---

## 5. DISCUSIÓN

---

### 5.1 ACTIVIDADES Y SU RELACIÓN CON CONDICIONES AMBIENTALES

Las figuras de distribución según las actividades muestran traslapes que explican, al menos en parte, la falta de significancia estadística en lo que a interacción de condiciones ambientales se refiere. El Capítulo II evidenció que, además de la existencia de patrones de actividad claramente definidos en ambas especies, cada una presentó secuencias o transiciones más probables en un continuo de un comportamiento a otro. Dichas transiciones ocurrieron sin mayor cambio de posición o, por el contrario, con demasiada movilidad.

Las condiciones ambientales consideradas, a excepción de la profundidad, resultaron bastante uniformes en términos generales (Capítulo I). Sin embargo, las áreas de forrajeo fueron discretas tanto dentro de cada especie como entre especies. Condiciones de menor salinidad y temperatura en las áreas de forrajeo del bufeo, sugieren diferencias en las presas consumidas por ambas especies de delfines. Cambios físicos sutiles pueden afectar significativamente a los peces según sus capacidades fisiológicas (Lagler *et al* 1977).

Cockroft *et al* (1991) sugieren que los delfines evaden las áreas turbias debido a que la productividad en las mismas debe ser menor por limitaciones de traspaso de luz; sin embargo en este estudio, la asociación de las actividades alimentarias de los bufeos con las desembocaduras de los ríos fue lo más común, en términos generales. Aunque el Golfo Dulce se caracteriza por una baja productividad en comparación con zonas oceánicas (von Wangelin & Wolff 1996), las áreas de desembocadura son las más productivas, especialmente la del Río Coto Colorado (A. Morales, *com. pers.*). Adicionalmente, la asociación de los bufeos con desembocaduras de ríos es una situación bas-

tante común en diferentes partes del planeta (Leatherwood & Reeves 1983; Jefferson *et al* 1994).

Las actividades de desplazamiento cubrieron la mayor área, lo cual debió ser resultado de que, en muchas ocasiones, ocurrían junto con las otras actividades. Además, presentaron el mayor traslape espacial, aunque no temporal, entre especies. En el bufeo, la socialización mostró coincidencia con las desembocaduras de los ríos y partes adyacentes. En gran medida, esto debió tener relación con la mayor tendencia a realizar actividades sociales poco después de alimentarse, sin cambiar significativamente de posición (Capítulo II).

La menor distancia respecto a la costa asociada a las actividades alimentarias en ambas especies, pudo reflejar una distribución de presas tendientes a estar relativamente cerca de la costa como una forma de aprovechar mayor concentración de sus propias presas. Contrariamente, las actividades sociales ocuparon las posiciones más alejadas de la costa en ambos casos, pero en lo que respecta al bufeo, la socialización activa fue la que ocupó la posición relativamente más lejana. Esto, dentro de las características de su área de distribución preferente otorgó mayor profundidad, lo cual pudo brindar espacio tridimensional necesario para realizar sus exhibiciones (K. Dzinsky 1995 *com.pers.*).

El menor oleaje en la zonas de alimentación debió asociarse a la hora del día en que dichas actividades ocurrieron en ambas especies. Mientras el oleaje indujo al bufeo a aumentar su actividad al máximo en algunas ocasiones, mediante la realización de actividades sociales, el efecto totalmente opuesto se notó en el delfín manchado, al tender hacia el merodeo. Estas diferencias pudieron estar asociadas a los patrones de actividad en sí mismos. No debe existir un efecto en términos biológicos.

## **5.2 TAMAÑO DE GRUPO**

El menor número de individuos asociado a actividades alimentarias en el caso del bufeo reflejó su tendencia a aprovechar estrategias de forrajeo individualizadas, caso contrario del delfín manchado. El menor tamaño de grupo asociado a la socialización activa respecto a la forma pasiva en ambas especies, se debió a que el primero involucra acciones sumamente cercanas entre los individuos, incluyendo actividad sexual (Dawson & Stoolen 1996), las cuales se mantienen por largos períodos de tiempo de tal modo que el reconocimiento de unos a otros para fines cooperativos sea exitoso (Würsig *et al* 1991). Además, el comportamiento social pasivo es dirigido especialmente a interacciones con la embarcación (Capítulo II), no a interacciones entre los individuos mismos, lo cual parece indicar un estado de mayor independencia.

El desplazamiento es usualmente explicado como una estrategia de evasión de depredadores (Shane *et al* 1986). El mayor número de individuos promedio por grupo encontrado en dicha actividad, sumado a la tendencia a la menor distancia respecto a la costa en ambas especies, podría reflejar formas adicionales de protección a los cambios de lugar.

# CONCLUSIONES

---

- /// La homogeneidad superficial relacionada con los factores ambientales abióticos del golfo, sumado a la falta de efecto directo de las mismas sobre los delfines, así como la alta movilidad que éstos presentan dentro de sus conspicuas áreas de distribución, limitan las posibilidades de que exista una asociación marcada entre actividades y áreas con condiciones particulares.
- /// Sin embargo, ciertas condiciones particulares de temperatura y salinidad se relacionan con las actividades alimentarias en ambas especies, mientras que condiciones de profundidad y oleaje pueden beneficiar la ocurrencia de actividades sociales.

---

## LITERATURA CITADA

---

- Acevedo-Gutiérrez, A. and S.Buckhart. 1998. Seasonal distribution of bottlenose (*Tursiops truncatus*) and pan-tropical spotted (*Stenella attenuata*) dolphins (Cetacea: Delphinidae) in Golfo Dulce, Costa Rica. *Rev.Biol.Trop.*, 46 Suppl. Preliminar.
- Connor, R.C. and R.S. Smolker. 1985. Habituated dolphins (*Tursiops* sp.) in western Australia. *J.Mammal.* 66(2): 398-400.
- Corkeron, P.J. 1990. Feeding by bottlenose dolphins in association with trawling operations in Moreton Bay, Argentina. Chapter 17. Pp 309-328. Academic Press, Inc. San Diego, CA. 653 p.
- Crockcroft, V.G., G.J.B. Ross and V.M. Peddemors. 1991. Distribution and status of bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* on the South Coast of Natal, South Africa. *S. Afr. J.Mar. Sci.* 11: 203-209.
- Dawson S.M and E. Stoolen. 1996. Doen-under dolphins: the story of Hector's dolphin. Canterbury University Press. New Zealand. 60 p.
- Jefferson, T.A., S. Leatherwood, M.A. Webber. 1993. . FAO species identification guide. Marine mammals of the world. Rome, FAO, 320 pp.
- Lagler, K.F, J.E. Bardach, R.R. Miller y D.R. May Passino. 1977. Ictiología. AGT Editor, México. 489 p.
- Leatherwood, S. and R.R. Reeves. 1983. The Sierra Club Handbook of Whales and dolphins. San Francisco, 302 p.
- Norris, K.S. and T.P. Dohl. 1980. The behavior of the Hawaiian spinner porpoise, *Stenella longirostris*. *Fish.Bull.* 77: 821-847.
- Pulliam, H.R. and T. Carraco. Living in groups: is there an optimal group size? *In* FALTA
- Segura, A. y J. Campos. 1990. Pérdidas poscaptura en la pesquería artesanal del Golfo Dulce y su proyección al Pacífico de Costa Rica. *Rev.Biol.Trop.* 38(2B): 425-429.
- Shane, S.H. 1977. The population biology of the atlantic bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, in the Aransas Pass area of Texas. M.Sc. Thesis, Texas A&M Univ., College Station, Texas, 239 pp.
- Shane, S.H., R.S. Wells and B.Würsig. 1986. Ecology, Behavior and Social organization of the bottlenose dolphin: a review. *Mar.Mamm.Sci.* 2(1): 34-63.
- Shane, S.H. 1990a. Comparison of bottlenose dolphin behavior in Texas and Florida, with a critique of methods for studying dolphin behavior. *In* S.Leatherwood and R.R. Reeves (editors). The bottlenose dolphin, pages 541-558.

Shane, S.H. 1990*b*. Behavior and Ecology of the bottlenose dolphin at Sanibel Island, Florida, Pp. 245-265. *In* The bottlenose dolphin (S.Leatherwood and R.R. Reeves, eds.). Academic Press, San Diego, California, 653 pp.

von Wangelin, M. and M. Wolff. 1996. Comparative biomass spectra and species composition of the zooplankton communities in Golfo Dulce and Golfo de Nicoya, Pacific coast of Costa Rica. *Rev.Biol.Trop.* 44 : 135-155.

Wolff, M., H.J. Hartmann and V. Koch. 1996, A pilot trophic model for Golfo Dulce, a fjord-like tropical embayment, Costa Rica. *RevBiol.Trop.*, 44, Suppl. 3.

Würsig, B. and M. Würsig. 1979. Behavior and ecology of the bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, in the South Atlantic. *Fish. Bull.* 77: 339-412.

Würsig, B., F. Cipriano and M. Würsig. 1991. Dolphin movement patterns: information from radio and theodolite tracking studies. Chapter Two. *In*. Dolphin Societies: discoveries and puzzles. K.Pryor and K.S. Norris (Eds.) 197 pp.

# EPÍLOGO

---

Aunque el turismo en torno a los delfines no es una actividad constante o planificada en el golfo, varias personas me han comentado su interés por desarrollarlo a modo no sólo de alternativa sino de actividad fija. Así mismo, una compañía turística con sede en Quepos, expresó su interés por extender sus salidas para observación de delfines al Golfo Dulce. En marzo de 1997 se reportó el encallamiento de dos bufeos en Playa Zancudo marcados con daños por red (H.González 1997, *com.pers.*) y más tarde, en noviembre, otro miembro de esta especie encalló en Rincón, herido por marcas de propela (C.Ovares 1997, *com.pers.*).

Si bien este estudio ofrece información valiosa para desarrollar actividades de observación de delfines en el golfo, es más que necesario brindar guía previa a los interesados, de tal modo que por ningún motivo tomen actitudes erradas como alimentar a los delfines para asegurar su presencia, acosarlos con las embarcaciones para tenerles más cerca o permitir al visitante entrar al agua con ellos bajo el pretexto de que ése paga. Rumores en torno a lo primero (A. Acevedo 1997, *com.pers.*) y testimonios respecto a los dos últimos aspectos ("Chepe" 1998, *com.pers.*) se han dado cada vez con más intensidad desde 1996 cuando dio inicio esta investigación.

A pesar de su aparente salud, el Golfo Dulce parece tambalearse en algunos aspectos. La mala conducción de la actividad pesquera con pequeñas y grandes redes, como las camaroneras (O.Aries 1998, *com.pers.*), la contaminación (O.Lizano 1998, *com.pers.*) y la sedimentación son candidatos especiales a dañarlo seriamente en un futuro cercano.









2.2.3 Sección de coordenadas principales para la Estación - Eje 1

<b>Nombre</b>	<b>Masa</b>	<b>Inercia</b>	<b>Distancia</b>	<b>Factor</b>	<b>COR</b>	<b>CTR</b>	<b>Ángulo</b>	<b>Valor Eigen</b>
Seca	0.878	0.070	0.014	0.116	1.000	0.122	1.0	0.011863
Inicio de lluvias	0.078	0.478	1.042	-0.849	0.692	0.575	33.7	0.055921
Fin de lluvias	0.045	0.451	1.710	-0.812	0.386	0.302	51.6	0.029390

2.2.4 Sección de coordenadas principales para la Estación - Eje 2

<b>Nombre</b>	<b>Masa</b>	<b>Inercia</b>	<b>Distancia</b>	<b>Factor</b>	<b>COR</b>	<b>CTR</b>	<b>Ángulo</b>	<b>Valor Eigen</b>
Seca	0.878	0.070	0.014	0.002	0.000	0.000	89.0	0.000004
Inicio de lluvias	0.078	0.478	1.042	0.566	0.308	0.347	56.3	0.024871
Fin de lluvias	0.045	0.451	1.710	-1.025	0.614	0.653	38.4	0.046806

---

*Diseñado por:  
Álvaro Cubero Pardo*