



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

---

FACULTAD DE CIENCIAS

“DISTRIBUCIÓN DE TURSIONES (*Tursiops truncatus*)  
EN LA LAGUNA DE TÉRMINOS, CAMPECHE,  
MÉXICO.”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGO

P R E S E N T A :

MAURICIO LÓPEZ PADIERNA

TUTORA

DRA. MARÍA DEL CARMEN BAZÚA DURÁN

2007





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

1. Datos del alumno.

López  
Padierna  
Mauricio  
(55) 56838653  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Ciencias  
Biología  
402003638

2. Datos del asesor

Bazúa  
Durán  
María del Carmen

3. Datos del sinodal 1

Dra.  
Catalina Elizabeth  
Stern  
Forgach

4. Datos del sinodal 2

M en C.  
José Alfredo  
Ruíz  
Nuño

5. Datos del sinodal 3

Dr.  
Gerardo  
Rivas  
Lechuga

6. Datos del sinodal 4

Biól.  
Francisco Julián  
Santamaría  
Alvarado

7. Datos de la tesis

Distribución de tursiones (*Tursiops truncatus*) en la Laguna de Términos,  
Campeche, México  
106 p.  
2007

A mis abuelas que son un ejemplo a seguir, de cómo vivir con coraje y valentía ante la vida y sus adversidades.

A mis papás y hermanos que nunca me abandonaron en esta larga travesía por terminar este trabajo, por su apoyo y cariño.

“Sé el cambio que quieres ver en el mundo”  
Mahatma Gandhi

## Agradecimientos

Quiero agradecer a mi familia por siempre estar a mi lado, apoyando y preocupándose por mi, acompañandome en las tareas que tenía que cumplir.

A Javo, al Liros, a Edwin y el primate que son la pura onda, siempre pude contar con uds, gracias.

A Ile, Bere y Mariana por estar conmigo en las buenas y en las malas a lo largo de la carrera.

A los X-men por ofrecerme una distracción los fines de semana pa divertirnos un rato y olvidarnos del estrés de la semana.

Al León, al Ken, Jonathan y la banda de la cancha con quienes siempre podía contar para echar la cascara en las horas libres.

A Julián y a Jorge por escucharme y apoyarme durante los momentos más difíciles de este proyecto.

A la Dra. Catalina Stern, el Dr. Gerardo Rivas, el M. en C. Alfredo Ruíz por revisar esta tesis, por sus comentarios y paciencia en este largo proceso.

Al laboratorio de Acústica de la Facultad de Ciencias de la UNAM por permitirme trabajar ahí, a los empleados de la Estación del Carmen del ICMYL por prestarnos las instalaciones para desarrollar el trabajo de campo y a la tripulación de la Sn. Judas Tadeo por su apoyo durante el desarrollo del trabajo de campo.

Al PAPIIT, UNAM por el financiamiento otorgado a la Dra. Carmen Bazúa Durán a través del proyecto IN-121104 y al fondo mixto CONACYT-Gobierno del Estado de Campeche por el financiamiento otorgado a la Dra. Carmen Bazúa Durán a través del proyecto CAMP-2003-C01-9102, quién me otorgó un apoyo para investigación (beca) y que sufragó los gastos para la asistencia a un congreso internacional.

# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN / ABSTRACT	ix
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Generalidades	1
1.2 Objeto de estudio	2
1.2.1 Ubicación taxonómica	2
1.2.2 Morfología externa	2
1.2.3 Reproducción	2
1.2.4 Hábitos alimenticios	3
1.2.5 Distribución geográfica	4
1.2.6 Migración	4
1.2.7 Tamaños poblacionales	5
2. ÁREA DE ESTUDIO	5
2.1 Localización	5
2.2 Características hidrográficas	7
2.2.1 Salinidad	7
2.2.2 Transparencia	8
2.2.3 Temperatura	8
2.3 Flora y Fauna	8
3. ANTECEDENTES	10
4. OBJETIVOS	12
4.1 General	12
4.2 Particulares	12
5. METODOLOGÍA	13
5.1 Actividades de campo	13
5.2 Tratamiento de datos	15

5.3 Análisis de datos	16
5.3.1 Prueba de F	16
5.3.2 Pruebas no paramétricas	17
5.3.2.1 Prueba de Wilcoxon	17
5.3.2.2 Prueba de Friedman	18
5.3.3 Índice de distancia	18
5.3.4 Análisis de agrupamientos	19
5.3.5 Prueba de independencia ( $\chi^2$ )	20
6. RESULTADOS	21
6.1 Mapas de Avistamientos	21
6.2 Resumen de Avistamientos	21
6.2.1 Muestreos	21
6.2.2 Temporada	29
6.2.3 Años	29
6.3 Análisis de la distribución temporal	35
6.3.1 Análisis para la división en 3 zonas	35
6.3.2 Análisis para la división en 12 zonas	38
6.3.2.1 Prueba de F	38
6.3.2.2 Pruebas no paramétricas	42
6.3.2.2.1 Prueba de Wilcoxon	42
6.3.2.2.2 Prueba de Friedman	43
6.3.3 Índice de distancia	45
6.4 Análisis de la distribución espacial	47
6.4.1 Análisis para la división en 3 zonas	47
6.4.2 Análisis para la división en 12 zonas	48
6.4.2.1 Prueba de F	48
6.4.2.2 Análisis de agrupamientos	54
6.5 Prueba de independencia	65
6.5.1 Prueba de ( $\chi^2$ ) para 3 zonas	65
6.5.2 Prueba de ( $\chi^2$ ) para 12 zonas	68
7. DISCUSIÓN	72
7.1 Análisis temporal	72
7.2 Análisis espacial	75
8. CONCLUSIONES	79
8.1 Distribución temporal	79

8.2 Distribución espacial	79
8.3 Consideraciones	79
8.4 Líneas de investigación futuras	80
9. APÉNDICES	81
Apéndice 1. Prueba de F	82
Apéndice 2. Prueba de Wilcoxon	85
Apéndice 3. Prueba de Friedman	89
Apéndice 4. Índice de distancia	92
Apéndice 5. Análisis de agrupamientos	92
Apéndice 6. Prueba de Chi cuadrada	93
10. REFERENCIAS	100

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Pág.
1. Hoja de recolección de datos de campo	14
2. Tabla inicial de captura de datos	15
3. Presencia/ausencia de manadas por muestreo temporada y año (3 zonas)	29
4. Número de manadas avistadas por muestreo temporada y año (3 zonas)	30
5. Número de delfines avistados muestreo temporada y año (3 zonas)	31
6. Presencia/ausencia por muestreo, temporada y año (12 zonas)	32
7. Número de manadas avistadas por muestreo, temporada y año (12 zonas)	33
8. Número de delfines avistadas por muestreo, temporada y año (12 zonas)	34
9. Valores de p para la prueba de F por muestreo (3 zonas)	36
10. Valores de p para la prueba de F por temporada (3 zonas)	37
11. Valores de p para la prueba de F por año (3 zonas)	37
12. Valores de p para la prueba de F por muestreo (12 zonas)	39
13. Valores de p para la prueba de F por temporada (12 zonas)	40
14. Valores de p para la prueba de F por año (12 zonas)	40
15. Resultados de la prueba de Wilcoxon para número de manadas	43
16. Resultados de la prueba de Wilcoxon para número de delfines	43
17. Resultados de la prueba de Friedman para el número de manadas durante el 2004	44
18. Resultados de la prueba de Friedman para el número de manadas durante el 2005	44
19. Resultados de la prueba de Friedman para el número de delfines durante el 2004	45
20. Resultados de la prueba de Friedman para el número de delfines durante el 2005	45
21. Índices de distancia calculado por muestreo, temporada y año	46
22. Valores de p para la prueba de F para 3 zonas (muestreo)	48
23. Valores de p para la prueba de F para 3 zonas (temporada)	48
24. Valores de p para la prueba de F para 3 zonas (año)	48
25. Valores de p para la prueba de F para 12 zonas (muestreo)	51
26. Valores de p para la prueba de F para 12 zonas (temporada)	52
27. Valores de p para la prueba de F para 12 zonas (año)	53
28. Prueba de Chi para número de manadas por muestreo temporada y año (3 zonas)	66
29. Prueba de Chi para número de delfines por muestreo temporada y año (3 zonas)	67
30. Prueba de Chi para presencia/ausencia por muestreo temporada y año (12 zonas)	69
31. Prueba de Chi para número de manadas por muestreo temporada y año (12 zonas)	70

32. Prueba de Chi para número de delfines por muestreo temporada y año (12 zonas)	71
---	----

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
1. Morfología externa de <i>Tursiops truncatus</i>	3
2. Localización de la Laguna de Términos	6
3. Recorrido de la Laguna realizado en mayo 2004	14
4. Mapa con los avistamientos de la temporada de secas 2004	22
5. Mapa con los avistamientos de la temporada de lluvias 2004	23
6. Mapa con los avistamientos de la temporada de nortes 2004	24
7. Mapa con los avistamientos de la temporada de secas 2005	25
8. Mapa con los avistamientos de la temporada de lluvias 2005	26
9. Mapa con los avistamientos de la temporada de nortes 2005	27
10. Dendograma para manadas durante la temporada de secas 2004	56
11. Dendograma para manadas durante la temporada de lluvias 2004	56
12. Dendograma para manadas durante la temporada de nortes 2004	56
13. Dendograma para manadas durante la temporada de secas 2005	57
14. Dendograma para manadas durante la temporada de lluvias 2005	57
15. Dendograma para manadas durante la temporada de nortes 2005	57
16. Dendograma para número de manadas con todos los datos 2004	58
17. Dendograma para número de manadas con todos los datos 2005	58
18. Dendograma para número de delfines durante la temporada de secas 2004	61
19. Dendograma para número de delfines durante la temporada de lluvias 2004	61
20. Dendograma para número de delfines durante la temporada de nortes 2004	61
21. Dendograma para número de delfines durante la temporada de secas 2005	62
22. Dendograma para número de delfines durante la temporada de lluvias 2005	62
23. Dendograma para número de delfines durante la temporada de nortes 2005	62
24. Dendograma para número de delfines con todos los datos 2004	64
25. Dendograma para número de delfines con todos los datos 2005	64

## RESUMEN

Los tursiones (*Tursiops truncatus*) viven en aguas costeras y oceánicas alrededor del mundo, incluida la Laguna de Términos en Campeche en el sureste del Golfo de México donde existe una gran concentración de tursiones. Para determinar la distribución de delfines en esta laguna se llevaron a cabo 12 muestreos en transectos semilineales sobre embarcaciones con motor fuera de borda entre abril del 2004 y noviembre del 2005 para obtener dos muestreos por cada temporada climática del año (nortes, secas y lluvias). Una vez obtenidos los datos, se segmentó la laguna en 3 y 12 zonas para comparar la distribución de los delfines en cada una de estas zonas a lo largo del tiempo. Los resultados destacables en cuanto al uso de la laguna son, por temporada: 1) la temporada de secas tuvo una distribución de delfines distinta a la de las otras dos temporadas, teniendo más manadas y más delfines, 2) la temporada de lluvias fue cuando menos delfines se avistaron y 3) existieron diferencias entre el número de delfines avistados cada año. En cuanto a la distribución espacial, se determinó que: 1) existe una preferencia de los delfines por ciertas zonas de la laguna, en particular la boca del Carmen y la laguna de Panlao son zonas donde siempre se encontraron delfines, y 2) existieron zonas que los delfines casi no usaron, como lo fue el lado oriental de la laguna, donde rara vez se vieron delfines.

## ABSTRACT

The bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) lives in coastal and open waters from oceans worldwide. In the southern Gulf of Mexico, they are found in great numbers in Laguna de Términos, Campeche, Mexico. To determine the distribution of dolphins in the lagoon 12 boat surveys were carried out from April 2004 to November 2005 obtaining 12 surveys total, 2 for each climatic season ("nortes," dry and rainy). Once data were collected, the lagoon was divided into 3 and 12 zones to examine the dolphin distributions in each zone. Relevant results were found for each season: 1) the dry season was when the largest number of herds and dolphins were found, 2) the rainy season was when the least number of dolphins were spotted, and 3) there was a difference between the number of dolphins spotted during the two years. As for the spatial distribution, it was determined that: 1) dolphins preferred certain areas of the lagoon, particularly Boca del Carmen and the Panlao lagoon, as these were places where dolphins were always found, and 2) there were areas that dolphins didn't use very often, such as the eastern side of the lagoon where there were very few dolphin sightings.

# 1. Introducción

## 1.1 Generalidades

La Laguna de Términos, en el Estado de Campeche, presenta una gran diversidad biológica, por lo cual es importante impulsar los estudios que permitan organizar y orientar el uso de los recursos naturales existentes. En particular, el presente trabajo se hizo con la intención de recopilar información sobre los tursiones (*Tursiops truncatus*) que habitan en la Laguna para tener más herramientas en futuras tomas decisiones en cuanto a la protección y manejo de esta especie.

En la presente tesis, se escogió a los tursiones como objeto de estudio debido a que se encuentran distribuidos en prácticamente toda la Laguna (Delgado Estrella, 2002), además del interés biológico; por su comportamiento social y sus habilidades acústicas, los delfines son una gran atracción turística. Esta característica podría ayudar en la diversificación de las actividades económicas de la región que se concentran principalmente en la pesca.

## 1.2 Objeto de estudio

Los delfines son mamíferos cetáceos que pertenecen a diversas familias del suborden Odontoceti. En general, los delfines son piscívoros y habitan en aguas templadas y tropicales alrededor del mundo. En la Laguna de Términos existe solamente una especie de delfín, *Tursiops truncatus* (Fig. 1) (INE, 1997). A esta especie se le conoce por distintos nombres comunes, como tonina, delfín mular y tursión.

### 1.2.1 Ubicación taxonómica

**Reino** Animalia

**Filum** Chordata

**Subfilum** Vertebrata

**Clase** Mammalia (Linneus, 1758)

**Subclase** Theria (Parker y Haswell, 1897)

**Infraclase** Eutheria (Gill, 1872)

**Orden** Cetacea (Brisson, 1762)

**Suborden** Odontoceti (Flower, 1867)

**Familia** Delphinidae (Gray, 1821)

**Género** *Tursiops* (Gervais, 1855)

**Especie** *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821)

### 1.2.2 Morfología externa

Los tursiones tienen un peso de entre 150-200 kg, aunque en Gran Bretaña se han llegado a registrar animales con pesos de hasta 650 kg. Miden entre 175 a 400 cm, siendo los machos más grandes que las hembras. Sus aletas pectorales tienen una longitud entre 30 y 50 cm, su aleta dorsal es falcada y mide aproximadamente 23 cm y su aleta caudal presenta dos lóbulos y tiene un ancho aproximado de 60 cm. Las crías miden entre 98 y 126 cm al nacer y pesan entre 9 y 12 kg. El género *Tursiops* se distingue por un rostro corto y bien definido. Además, presentan entre 20 y 28 dientes cónicos de aproximadamente 1 cm de diámetro en cada lado de la mandíbula (Read *et al.*, 1993).

### 1.2.3 Reproducción

Los machos pelean por las hembras durante la temporada de apareamiento y generalmente se establece un orden jerárquico en los grupos de acuerdo al tamaño de los animales. El cortejo y apareamiento sucede cuando un macho muestra preferencia por una hembra en particular al nadar junto con ella por largos periodos. Los machos alcanzan la madurez sexual entre los 9 y los 13 años, mientras que las hembras la alcanzan entre los 5 y los 12 años (Schroeder, 1990; Odell, 1975).

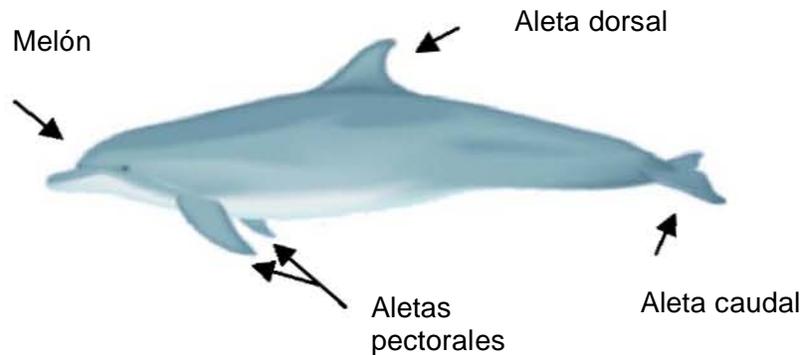


Figura 1. Morfología externa de *Tursiops truncatus* (modificado de Uko Gorter, 2003 en American Cetacean Society Fact Sheet).

El periodo de mayor actividad sexual entre los tursiones es durante los meses de marzo y abril, aunque se aparean durante todo el año. En aguas europeas las crías nacen a mediados del verano, mientras que en Florida, EEUA nacen entre febrero y marzo. En la Laguna de Términos hay dos picos de nacimientos, uno en mayo y el otro en julio y agosto (Delgado Estrella, 2002). El periodo entre partos es de 2 a 3 años, aunque puede reducirse a un año si la cría muere. El periodo de gestación es de 12 meses y el de lactancia de 12 a 18 meses, aunque empiezan a ingerir alimentos sólidos alrededor de los seis meses. La madre y la cría pueden permanecer juntas por 4 ó 5 años (Schroeder, 1990; Odell, 1975).

#### 1.2.4 Hábitos alimenticios

En su hábitat natural, *T. truncatus* se alimenta de una amplia variedad de peces, además de calamares, camarones y anguilas. En algunos sitios, los delfines siguen a los barcos camaroneros para consumir los sobrantes. Con frecuencia cazan en grupos, aglutinando a los peces y tomando turnos para atacar los cardúmenes (Leatherwood *et al.*, 1988).

### 1.2.5 Distribución geográfica

Los tursiones se pueden encontrar en aguas templadas y tropicales alrededor del mundo. Su límite de distribución es hasta los 45° de latitud en ambos hemisferios. Frecuentemente, se encuentran en puertos, bahías, lagunas, estuarios y desembocaduras de ríos. En el Océano Pacífico, se pueden encontrar desde el norte de Japón y California, EEUUA, hasta Australia y Chile. También se han encontrado en mar abierto y alrededor de las islas hawaianas. En el Océano Atlántico se han podido ver desde Nueva Escocia, Canadá y Noruega hasta la Patagonia y Sudáfrica. Es la especie más abundante de delfín en el Golfo de México. También se han observado en el Mar Mediterráneo y el Océano Índico (Wells *et al.*, 1990; Klinowska, 1991; Leatherwood y Reeves, 1983).

Se han descrito dos morfotipos en el Océano Atlántico norte, uno correspondiente al ambiente nerítico y otro al oceánico. El primero es más pequeño, está adaptado a aguas cálidas y someras y forma grupos más pequeños que el morfotipo de mar abierto que está mejor adaptado para aguas templadas y profundas. Existen ciertas características de la sangre de estos animales que indican que están mejor adaptados para buceo profundo; su mayor tamaño les permite conservar mejor el calor y protegerse de depredadores (Hersh y Duffield, 1990).

### 1.2.6 Migración

Las variaciones en la temperatura del agua, los hábitos alimenticios y la migración de los peces que constituyen su alimento pueden causar movimientos estacionales de los delfines (Duffield y Chamberlin-Lea, 1990; Shane *et al.*, 1986). Algunos delfines costeros que habitan latitudes altas muestran una clara tendencia a migraciones estacionales, viajando hacia el sur durante el invierno. Las poblaciones de aguas tropicales muestran movimientos menos marcados y más locales (Shane *et al.*, 1986). Algunas de las poblaciones costeras se quedan en un área más o menos restringida.

### 1.2.7 Tamaños poblacionales

La población mundial de tursiones no se conoce con precisión. Hasta el momento se han estimado poblaciones en algunas áreas específicas. Por ejemplo, en la costa estadounidense del Golfo de México se ha estimado una población de cuando menos 67,000 tursiones (Blaylock *et al.*, 1995). En el noroeste del Océano Pacífico, alrededor de Japón, se ha estimado que existen alrededor de 35,000 delfines y en el Mar Mediterráneo se ha estimado que existen cuando menos 10,000 individuos (Klinowska, 1991).

De acuerdo con la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (IUCN, por sus siglas en inglés) no existe suficiente información sobre las poblaciones de tursiones para clasificarlos en alguna categoría de riesgo (IUCN, 2004).

## 2. Área de Estudio

### 2.1 Localización

La Laguna de Términos se encuentra en el sur del Golfo de México en el estado de Campeche (91°00' y 92°20' oeste y 18°20' y 19°00' norte - Fig. 2). En 1994, fue decretada Área de Protección de Flora y Fauna (DOF, 1994). Está delimitada por los ríos San Pedro y San Pablo al occidente y el área de drenaje del estero Sabancuy hacia el oriente. Abarca el municipio del Carmen y parte de los municipios de Palizada, Escárcega y Champotón (INE, 1997).

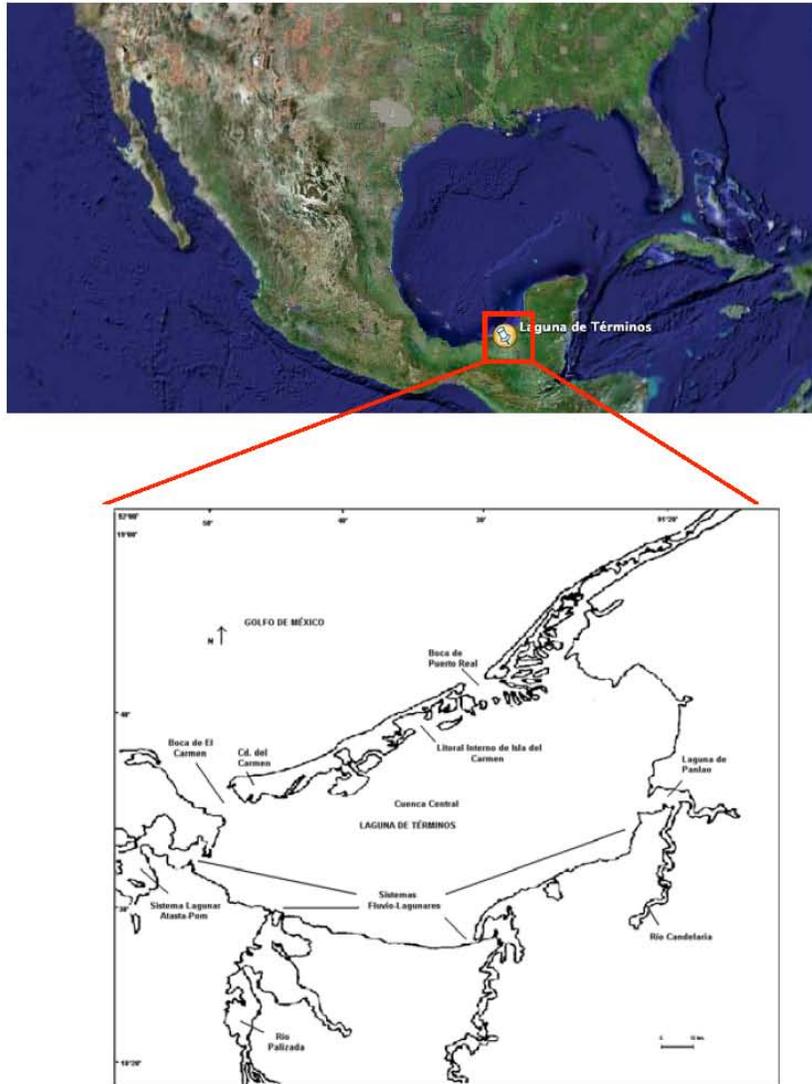


Figura 2. Localización de la Laguna de Términos (Google Images © 2006). En el recuadro se muestra la Laguna de Términos con sus subsistemas fluviales (modificado de Yañez Arancibia y Day, 1982).

Dicha Laguna es la segunda más grande del Golfo de México. Su profundidad promedio es de 4 m y tiene dos bocas de conexión con el mar: Puerto Real y la Boca del Carmen (Contreras, 1993). La boca de Puerto Real tiene un ancho aproximado de 3.2 km y una profundidad promedio de 14 m. La Boca del Carmen tiene un ancho promedio de 3.8 km y una profundidad promedio de 18 m (Gómez Pompa y Dirzo, 1995; De La Lanza y Cáceres 1994). El área de la cuenca es de aproximadamente

1,622 km<sup>2</sup> pero, si se incluyen los sistemas fluvio-lagunares asociados, este valor asciende a 2,007 km<sup>2</sup> (SEMARNAT, 1999).

La Laguna presenta tres tipos de climas: cálido subhúmedo con lluvias en verano en la boca de Puerto Real, cálido subhúmedo con la mayor humedad presente en la zona que rodea la Laguna, incluyendo Isla del Carmen, y cálido húmedo con abundantes lluvias en verano en la zona de Palizada, Pom-Atasta y Río San Pedro. La temperatura promedio anual es de 27.2 °C y la máxima y mínima anual se sitúan en 35.8°C y 18.6°C, respectivamente (Gío-Argáez, 1996; INE 1997).

Considerando los patrones anuales de temperatura ambiente, precipitación y régimen de vientos, han sido determinadas tres épocas climáticas en la región. Época de secas de febrero a mayo, época de lluvias entre junio y octubre y época de nortes de octubre a febrero, caracterizada por vientos provenientes del norte acompañados por lluvias ocasionales (INE, 1997).

## **2.2 Características hidrográficas**

### **2.2.1 Salinidad**

La salinidad en las zonas afectadas por las descargas fluvio-lagunares (ver Fig. 2) fluctúa entre 28.6 y 9.2‰ durante las épocas de secas y lluvias, respectivamente. En la sección norte de la Laguna, al lado de la Isla del Carmen, la salinidad oscila entre 14.9 y 34.7‰ en los meses de noviembre (nortes) y junio (lluvias), respectivamente. La boca de Puerto Real está directamente influenciada por aguas marinas del Golfo de México, por lo que la salinidad se encuentra entre los 40‰ en junio (temporada de lluvias) y 22‰ en diciembre (temporada de nortes). La Boca del Carmen está

influenciada por las descargas de agua dulce a lo largo del año. Aquí se han encontrado salinidades entre 6.8 y 31.3‰ en la temporada de nortes y la de lluvias, respectivamente (INE, 1997).

### 2.2.2 Transparencia

Las regiones afectadas por los sistemas fluvio-lagunares (ver Fig. 2) tienen una transparencia de 24% en octubre y 62% en febrero. La cuenca de la Laguna presenta valores desde 10 hasta 100% de transparencia, sin un patrón estacional. El litoral interno presenta valores entre 33.2 y 63.4% a lo largo de todo el año. La boca de Puerto Real presenta valores más bajos de transparencia en diciembre (época de nortes), desde 27%, y hasta el 100% durante junio y julio (lluvias). La Boca del Carmen registra transparencias entre 14.3% en noviembre y 31.7% en junio (INE, 1997).

### 2.2.3 Temperatura

Las regiones afectadas por las descargas fluvio-lagunares (ver Fig. 2) presentan temperaturas entre 20 y 30°C. La zona norte del litoral interno de la Isla del Carmen muestra un intervalo de temperatura entre 28.1°C en enero (nortes) y los 30.8°C en junio (lluvias). En la boca de Puerto Real, los registros van de 33.5 a 23.8°C durante agosto (lluvias) y diciembre (nortes), respectivamente. La temperatura reportada para la Boca del Carmen oscila entre 22.1°C en noviembre y 30.9°C en junio (INE, 1997).

## 2.3 Flora y fauna

La Laguna de Términos presenta una gran variedad de asociaciones vegetales terrestres y acuáticas, tales como: la vegetación de dunas costeras, manglares, vegetación de pantano como tular, carrizal y popal, selva baja inundable, palmar inundable, matorral espinoso inundable, matorral inerme inundable, vegetación riparia, selva alta-mediana y vegetación secundaria, además de la vegetación de las fanerógamas permanentemente inundadas, como son los pastos marinos (INE, 1997).

La fauna acuática de la Laguna es muy diversa. Destacan 15 familias de crustáceos, entre las cuales existen tres especies de camarón de importancia comercial. Además, existen 83 familias de moluscos y 7 de anfibios, de las cuales se cree que tres especies son endémicas. La fauna ictiológica de la región es muy variada. Se han reportado 367 especies de peces, de las cuales 102 son de importancia comercial.

También se han encontrado reptiles como el cocodrilo *Crocodylus acutus*, el lagarto de pantano *C. moreletii* y el caimán *C. fuscus*, además de tres especies de tortugas que se encuentran bajo protección especial. Los mamíferos son el grupo menos diverso, ya que solamente se reportan tres especies: el delfín *Tursiops truncatus*, la nutria y el manatí *Trichechus manatus* (INE, 1997) aunque no hay registros de estas dos últimas especies en los últimos años (Bazúa Durán, 2006 comun. pers.).

### 3. Antecedentes

Por su distribución cosmopolita y facilidad de mantenerlos en cautiverio, los tursiones han sido estudiados alrededor del mundo. Los primeros estudios se hicieron con animales varados y fueron principalmente taxonómico-descriptivos. Posteriormente, se comenzaron a hacer estudios con animales en cautiverio, ya que se comenzaron a utilizar en acuarios y parques de diversiones (Ruiz Boijseauneau, 1995). En la década de los años 70 comenzaron los estudios de Caldwell y Caldwell (1972), Ridgway (1972) y Odell (1975) sobre aspectos de fisiología y conducta.

En los años siguientes, se empezaron a diversificar los estudios sobre esta especie. Por ejemplo, Mullin (1989) y Mullin *et al.* (1990) publicaron dos trabajos sobre su distribución y abundancia en el Golfo de México. Este tipo de investigaciones han continuado en diferentes lugares, como son los de Acevedo (1991) en Ensenada, Baja California, Gao *et al.* (1995) en China, Wilson *et al.* (1997) en las costas de Escocia, Morteo *et al.* (2004) en Baja California, México, Preen (2004) en el Golfo de Arabia y Lusseau (2005) en Nueva Zelanda.

Durante la década de los años 90 se hicieron trabajos acerca de diversas patologías que afectan a esta especie (Lipscomb *et al.*, 1994; Krafft *et al.*, 1995; Turnbull y Cowan, 1999). Recientemente, se han hecho estudios con un enfoque hacia la contaminación y sus efectos en los tursiones (Kuehl *et al.*, 1995; Borrel *et al.*, 2005; Haude *et al.*, 2005).

En el Golfo de México se han hecho diversos estudios. Además de los trabajos de Mullin (1989) y Mullin *et al.* (1990), existen los trabajos como los de Holmgren (1988), Gallo (1991) y Delgado Estrella (1997) en la Laguna de Términos y la Sonda de Campeche y el trabajo de De la Parra (1989) para

Cancún, Quintana Roo. Posteriormente, han seguido otros trabajos como los de Delgado Estrella (1991, 2002) en la Laguna de Términos que han intentado caracterizar las poblaciones de ese lugar y los de Hersh y Duffield (1990), Turner (2001) y Sellas *et al.* (2005) en la región norte del Golfo que han tratado de caracterizar a esta especie utilizando técnicas de genética de poblaciones. Otro tipo de estudios recientes en la región son los de Bazúa Durán (1997, 2004, 2005) y Quan Kiú Rascón (2006), que se enfocaron en la comunicación acústica de los delfines.

Los delfines son animales muy activos en cuanto a sus desplazamientos, lo cual plantea un conjunto de preguntas interesantes no sólo respecto a sus pautas conductuales sino también a los patrones de distribución temporal y espacial, así como su repercusión en el uso de su hábitat y nicho ecológico. Por ejemplo, el saber si la población de la Laguna de Términos es residente exclusivamente de esta Laguna y si tiene intercambio con otras poblaciones de la región o si es parte de una población más grande que abarque todo el sureste del Golfo de México. También surgen preguntas sobre el uso preferencial de algunas zonas de la Laguna, durante las diferentes temporadas del año. Esto último es lo que se inspeccionó en el presente trabajo.

## **4. Objetivos**

### **4.1 General**

- Analizar la distribución espacial y temporal de tursiones en la Laguna de Términos, Campeche, México entre abril de 2004 y noviembre de 2005.

### **4.2 Particulares**

- Buscar patrones de distribución espacial y temporal de los tursiones en la Laguna de Términos entre abril de 2004 y noviembre de 2005.
- En caso de encontrar estos patrones, describirlos de acuerdo a la cantidad y localización de las manadas y delfines encontrados en la Laguna de Términos.

## 5. Metodología

Los datos procesados en la presente tesis fueron obtenidos como parte del proyecto “Las emisiones acústicas de tursiones (*Tursiops truncatus*) del Golfo de México: Aplicaciones al uso de hábitat, variaciones geográficas e identificación individual” a cargo de la Dra. Carmen Bazúa Durán apoyado por el Fondo Mixto CONACYT-Gobierno Edo. de Campeche y PAPIIT-UNAM, que se lleva a cabo en el Laboratorio de Acústica del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias de la UNAM.

### 5.1 Actividades de campo

Se llevaron a cabo seis periodos de muestreo en la Laguna de Términos, con intervalos de tres a cuatro meses entre ellas para tener al menos un periodo de muestreo en cada temporada climática (nortes, lluvias y secas) durante dos años. En 2004, se realizaron del 11 al 16 de abril y del 9 al 13 de mayo para la temporada de secas, durante la temporada de lluvias del 19 al 27 de julio y, finalmente, durante la temporada de nortes del 27 de octubre al 6 de noviembre. En 2005, la temporada de secas se muestreó del 13 al 22 de marzo, la de lluvias del 22 al 29 de julio y la temporada de nortes del 6 al 17 de noviembre. Las visitas duraron entre 10 y 12 días, que es el tiempo que tomó hacer dos recorridos completos dentro de la Laguna. Los recorridos en la Laguna se hicieron utilizando una lancha de 5m de eslora con un motor fuera de borda, llevando a bordo entre 3 y 9 observadores. La información recabada de los muestreos se ingresó siguiendo el formato que se muestra en la figura 3. Una vez sobre la lancha, se anotó la fecha, nombres de los tripulantes, nombre de la embarcación e iniciales del tomador de datos (Tabla 1). Al comienzo de cada recorrido, se anotó la hora y el lugar de partida (i.e., boca de Puerto Real - Isla Aguada o Boca del Carmen - Ciudad del Carmen). Se hicieron transectos semilineales a lo largo de la Laguna (Fig. 3) intentando recorrer el mayor espacio posible en un solo día en una región determinada. Cuando ocurría un avistamiento se apuntaron los

siguientes datos en las hojas de registro (Tabla 1): número de avistamiento, hora y posición geográfica de la lancha de acuerdo al GPS. Generalmente, los avistamientos ocurrían a distancias menores de 300m entre la lancha y los delfines. Debido a la dimensión de la Laguna de Términos, la diferencia entre la posición de los delfines con respecto a la embarcación no se consideró importante. Una vez avistada la manada se acercaba la lancha lo más posible para determinar el número de delfines. La posición geográfica de la embarcación se registró cada diez minutos mientras se siguió a la manada. Una vez determinado el número de tursiones presentes, finalizaba el avistamiento y se registraban la posición geográfica final de la lancha y la hora final de avistamiento.

Tabla 1. Hoja de recolección de datos de campo.

**LOG LAGUNA DE TÉRMINOS**

Fecha \_\_\_\_\_ Tripulación \_\_\_\_\_ Pág. \_\_\_\_ de \_\_\_\_  
 Área \_\_\_\_\_ Embarcación \_\_\_\_\_ Recordista \_\_\_\_\_

POSICIÓN					CARACTERÍSTICAS DELFINES	
# de Avistamiento	Hora avist.	Hora fin avist.	Latitud (18°yy.yy' N)	Longitud (91°xx.xx' W)	Número de Individuos	

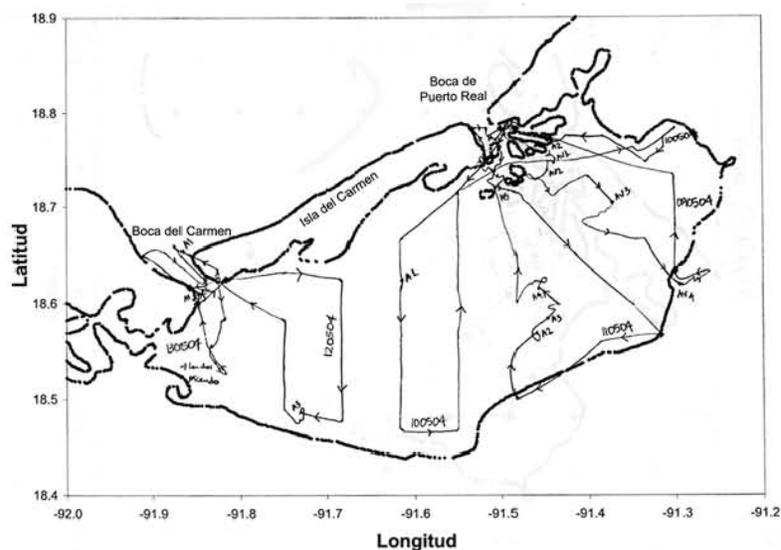


Figura 3. Mapa de la Laguna de Términos con el recorrido realizado y los avistamientos tenidos durante mayo de 2004.

## 5.2 Tratamiento de datos

Los datos de campo se vaciaron en una hoja de cálculo. La fecha, número de avistamiento, número de individuos y la posición geográfica se utilizaron para hacer una tabla de las características de cada uno de los avistamientos (Tabla 2). Ya ordenados los datos, se graficaron las posiciones promedio de cada una de las manadas sobre un plano de la Laguna (calculadas utilizando todas las posiciones tomadas durante cada avistamiento, ya que esto no afectó de manera importante la posición de los avistamientos), diferenciando entre muestreos, temporadas y años. Se consideró un muestreo a un recorrido completo de la Laguna. La agrupación por temporada se hizo tomando en cuenta dos recorridos completos de la Laguna de manera consecutiva (con menos de un mes de diferencia) durante una de las tres temporadas climáticas del año; y el año se completa tomando en cuenta los datos de las 3 temporadas climáticas dentro de un año calendario.

Tabla 2. Tabla inicial de captura de datos. Se muestran los datos para las manadas avistadas el 13 de marzo de 2005.

<b>Fecha</b>	<b># Av</b>	<b># Ind</b>	<b>Longitud</b>	<b>Latitud</b>
13-Mar-05	1	20	-91.44	18.77
13-Mar-05	2	20	-91.27	18.62
13-Mar-05	3	5	-91.47	18.76

Una vez graficados los datos sobre un plano de la Laguna se marcaron tres grandes zonas de aproximadamente 550 km<sup>2</sup> cada una (Fig. 4 a 9). A partir de estos mapas, se contó la presencia o ausencia de manadas (marcadas como 1 ó 0, respectivamente – Tabla 3), el número de manadas (Tabla 4) y el número de delfines en cada zona (Tabla 5). Posteriormente, se sumaron los totales y se calcularon los promedios aritméticos, la varianza y la desviación estándar para cada muestreo, temporada, año (filas) y para cada una de las zonas (columnas). Esta primera división se realizó en tres zonas para determinar la existencia de patrones a gran escala. Sin embargo, como no se obtuvo

información suficiente a esta escala, se hizo la cuadrícula más pequeña para dividir la Laguna en 12 zonas de aproximadamente 150 km<sup>2</sup> cada una (Fig. 4 a 9) y se repitió el proceso anterior de cálculos (Tablas 6, 7 y 8).

### **5.3 Análisis de datos**

Una vez obtenidos los datos para cada una de las zonas y periodos, se realizaron una serie de pruebas para describir la distribución espacial y temporal de los tursiones en la Laguna de Términos. En primera instancia, se hicieron una serie de pruebas de F (apéndice 1) para describir la varianza en distribución de presencia/ausencia de manadas, el número de manadas y el número de delfines avistados tanto en el tiempo (muestreos, temporadas y años) como en el espacio (3 y 12 zonas). Posteriormente, se hicieron dos pruebas no paramétricas: la prueba de Wilcoxon (McClave y Sincich, 2006), para comparar la distribución del número de manadas y número de delfines en las temporadas de cada año, y la prueba de Friedman (McClave y Sincich, 2006), para comparar estas mismas distribuciones entre las temporadas de un mismo año (apéndices 2 y 3, respectivamente). Una vez concluidas estas pruebas estadísticas, se hicieron otros dos análisis que permitieron describir la distribución espacial de las manadas. Estos análisis fueron: un índice de distancia con el cual se describió el grado de aglomeración de las manadas (apéndice 4) y un análisis de agrupamientos utilizando la distancia euclidiana con el cual se agruparon las zonas de acuerdo tanto al número de manadas como al número de delfines avistados (apéndice, 5). Finalmente, se realizó una prueba de Chi cuadrada ( $\chi^2$ ) para analizar la homogeneidad de los datos (apéndice 6).

#### **5.3.1 Prueba de F (apéndice 1)**

La varianza mide la dispersión de un grupo de datos, es decir, qué tanto varían a partir del promedio. Esta medida indica qué tan homogéneamente se distribuyen los datos. Por ello, la prueba de F se utilizó para comparar parejas de muestreos, temporadas o años o para comparar parejas de zonas y

determinar si sus varianzas eran iguales. Estas comparaciones sirvieron para determinar si la presencia de manadas, el número de manadas o el número de delfines era igual a lo largo del tiempo o el espacio de acuerdo a su varianza u homogeneidad.

El estadístico de prueba F se calculó como:

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2}$$

donde  $s_1^2$  y  $s_2^2$  son las varianzas de las muestras 1 y 2 a comparar, respectivamente. El resultado F se compara con los valores de tablas para determinar si es significativo o no. Se tomó un valor de  $p < 0.05$  para considerar un resultado como significativo. En caso de que un resultado fuera significativo, se concluyó que las varianzas de ese par de muestras eran diferentes y que, por lo tanto, la homogeneidad de los datos era distinta entre las dos muestras. Esta prueba se llevó a cabo mediante el programa Microsoft Excel v.11.2.5.

### 5.3.2 Pruebas no paramétricas

Al observar que difícilmente se podría cumplir el supuesto de normalidad en los conjuntos pequeños de datos (necesario para darle mayor robustez a la prueba de F), se procedió a realizar las comparaciones con pruebas no paramétricas.

#### 5.3.2.1 Prueba de Wilcoxon (apéndice 2)

Para evidenciar las posibles diferencias en las distribuciones del número de manadas y del número de delfines avistados durante las tres temporadas de colecta por año, se realizó la prueba de Wilcoxon (McClave y Sincich, 2006), que es una prueba no paramétrica pareada.

Se comparó la distribución en zonas del número de manadas o delfines de una temporada de 2004 con la distribución en las mismas zonas del número de manadas o delfines de la misma temporada durante el 2005 con un nivel de confianza de 0.05 para determinar si los valores eran significativos. Se realizaron comparaciones pareadas para las temporadas de secas, lluvias y nortes y se pudo determinar si la distribución de manadas o delfines permaneció igual en la misma temporada a lo largo de los dos años. Esta prueba se calculó utilizando el programa Statistica v.6.

#### 5.3.2.2 Prueba de Friedman (apéndice 3)

De manera análoga a la prueba de Wilcoxon, para analizar las diferencias entre las temporadas para cada uno de los años de muestreo, se realizó la prueba de Friedman (Mendenhall y Sincich, 1997), otra prueba no paramétrica pareada para más de dos muestras. Con esta prueba se compararon los valores de cada una de las temporadas, se les asignó un rango y se calculó el estadístico de prueba conocido como coeficiente de concordancia de Kendall. Con este valor se determinó un valor de p para cada año utilizando los datos tanto del número de delfines como del número de manadas. Un valor de p significativo fue aquel que fuera menor a 0.05. Esta prueba también se hizo utilizando el programa Statistica v6.

#### 5.3.3 Índice de distancia (apéndice 4)

Con el índice de distancia o dispersión se describió la distribución de los delfines de acuerdo a la distancia geográfica entre cada uno de los avistamientos estandarizada a la distancia más grande calculada para cada muestreo, temporada o año. Primero se calculó la distancia entre cada uno de los avistamientos como:

$$d_n = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

donde: x= latitud  
y= longitud

Esta fórmula no toma en cuenta la curvatura de la Tierra pero, considerando la escala en la que se trabajó, el efecto de ésta es despreciable.

Una vez obtenida la distancia entre cada uno de los avistamientos en grados, se sumaron todas las distancias y se multiplicaron por 60 y por 1.852 para convertirlas de grados latitud-longitud a kilómetros (1 minuto = 1 milla náutica). También se contaron el total de distancias calculadas. Estos valores se utilizaron para calcular un índice a través de la siguiente fórmula:

$$ID = \frac{\left[ \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=2}^N \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}}{N(N-1)/2} \right]}{d_{n\max}}$$

donde:  $d_{n\max}$  = distancia máxima entre 2 avistamientos  
 $N$  = número de manadas avistadas durante ese muestreo, temporada o año.

El realizar el cálculo de  $N(N-1)/2$  dió el número de distancias que se calcularon para ese periodo de tiempo. Este cálculo se realizó para los avistamientos de cada muestreo, temporada y para cada año.

#### 5.3.4 Análisis de agrupamientos (apéndice 5)

Con los datos del número de delfines y el número de manadas por temporada y año se construyeron una serie de matrices de similitud basados en la distancia euclidiana. Se omitieron los datos que tuvieran valor de cero. Este análisis constó de agrupar las zonas de acuerdo al número de manadas o delfines que contuvieran y con ello se calculó una distancia euclidiana entre los valores de cada zona.

Después, estos valores se utilizaron para hacer los dendogramas donde se agruparon las zonas de acuerdo a la diferencia que existía entre ellas. Para determinar qué zonas se agrupaban entre sí, se consideró para el número de manadas una distancia de corte de 3, mientras que la distancia de corte para el número de delfines fue de 30. Este análisis de similitudes y la construcción de los dendogramas se realizó con el programa Primer v5.

### 5.3.5 Prueba de independencia ( $\chi^2$ ) (apéndice 6)

La prueba de Chi cuadrada ( $\chi^2$ ) se utilizó para determinar si la distribución de los datos era homogénea a lo largo de las clasificaciones, en este caso el tiempo (muestreo, temporada o año) y la zona de la Laguna. Para este estudio se intentó determinar si la distribución de las manadas o delfines era homogénea entre los muestreos, temporadas o años, o entre las zonas.

Esta prueba consiste en primero calcular los valores esperados para cada clasificación utilizando la siguiente fórmula:

$$\hat{E}_{ij} = n \left( \frac{r_i}{n} \right) \left( \frac{c_j}{n} \right) = \frac{r_i c_j}{n}$$

donde  $r_i$  = suma de todos los valores observados en la fila i (muestreo, temporada o año)  
 $c_j$  = suma de todos los valores observados en la columna j (zona)  
 $n$  = suma de todas las observaciones

Una vez que se calcularon todos los valores esperados, estos se compararon con los valores observados en la clasificación a través de la siguiente fórmula:

$$\chi^2 = \sum \frac{[n_{ij} - \hat{E}_{ij}]^2}{\hat{E}_{ij}}$$

donde:  $n_{ij}$  = valores observados  
 $\hat{E}_{ij}$  = valores esperados

es decir, el estadístico  $\chi^2$  es la suma de las diferencias entre los valores observados y los valores esperados dividido entre los valores esperados. Este valor  $\chi^2$  se compara con los valores de tablas para determinar si la diferencia entre los valores esperados y observados es significativa. Si la diferencia es significativa, es decir, se obtiene un valor de p menor a 0.05, quiere decir que la distribución de las manadas no fue homogénea entre muestreos, temporadas, años o zonas. Esta prueba fue llevada a cabo con el programa Microsoft Excel v.11.2.5.

## **6. Resultados**

### **6.1 Mapas de avistamientos**

En las figuras 4 a 9 se muestra la localización geográfica de las manadas avistadas en las 3 y 12 zonas durante cada uno de los 12 muestreos y 6 temporadas en las que se visitó la Laguna. Con estas figuras se obtuvieron los valores reportados en las tablas 4 a 8.

### **6.2 Resumen de avistamientos**

En total se avistaron 195 manadas compuestas por 2,866 delfines durante los 12 muestreos realizados para este trabajo (Fig. 4 a la 9, Tablas 4, 7). En 2004 se observaron 1,578 delfines en 104 manadas y en el 2005 se avistaron 1,288 delfines en 91 manadas.

#### **6.2.1 Muestreos**

Durante 2004, el muestreo en el que se registraron más manadas fue secas 2-04, seguido por lluvias 1-04 (Fig. 4 y 5, Tablas 4A y 7A). El muestreo con un menor número de manadas observadas fue nortes 2-04. En 2005, durante el muestreo secas 1-05 se observó un mayor número de manadas, mientras que durante lluvias 2-05 fue cuando menos manadas se avistaron (Fig. 7 y 8, Tablas 4A y 7A). En cuanto al número de delfines, en 2004 se vieron más durante nortes 1-04 y menos en lluvias 2-04 (Fig. 5 y 6, Tablas 5A y 8A). Durante 2005 fue el muestreo secas 2-05 cuando más delfines se avistaron y lluvias 1-05 cuando se registró el menos número de delfines (Fig. 7 y 8, Tablas 5A y 8A).

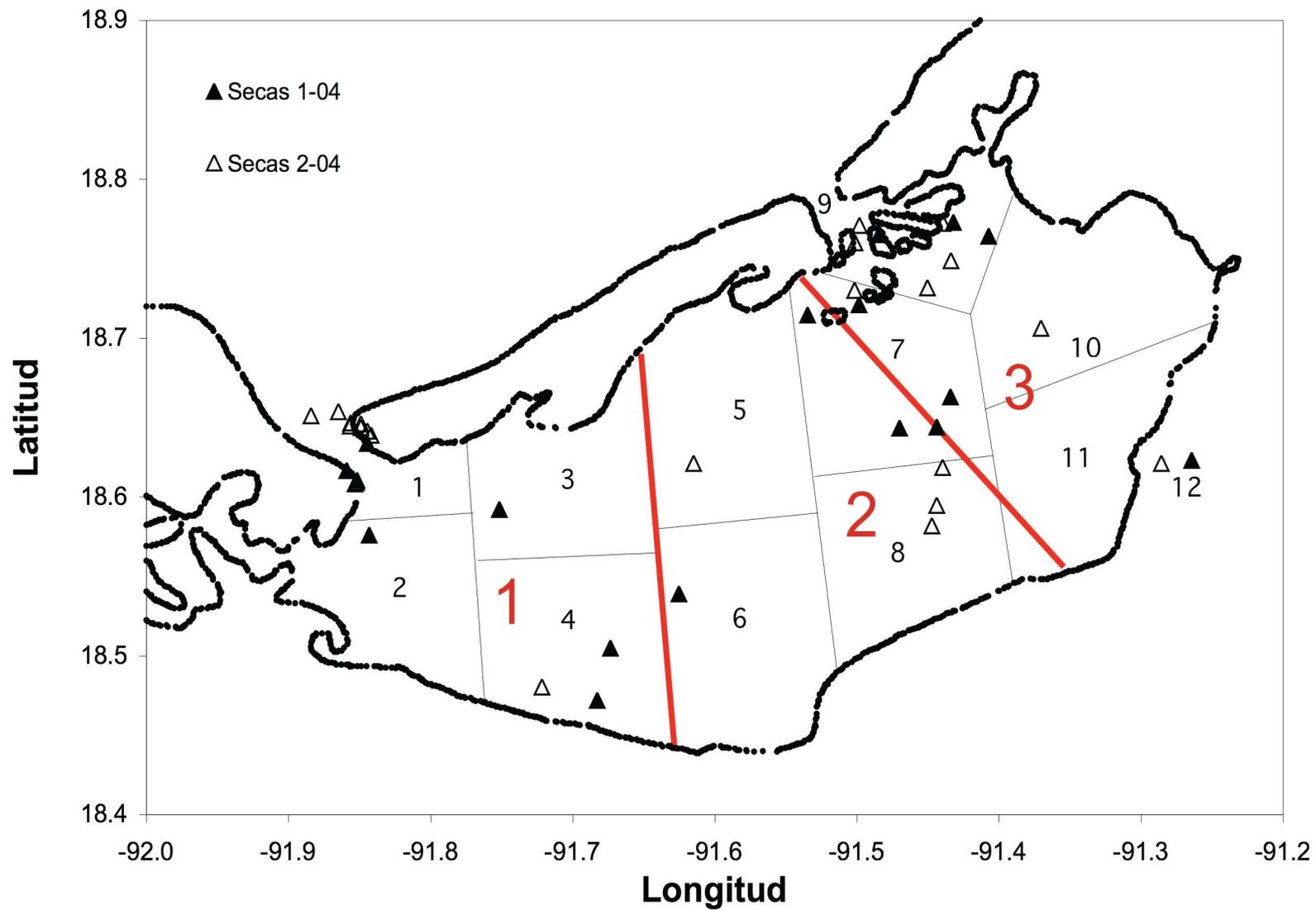


Figura 4. Mapa de la Laguna de Términos donde se muestran los avistamientos de la temporada de secas 2004. Se muestra la división del área de estudio tanto en 3 como en 12 zonas.

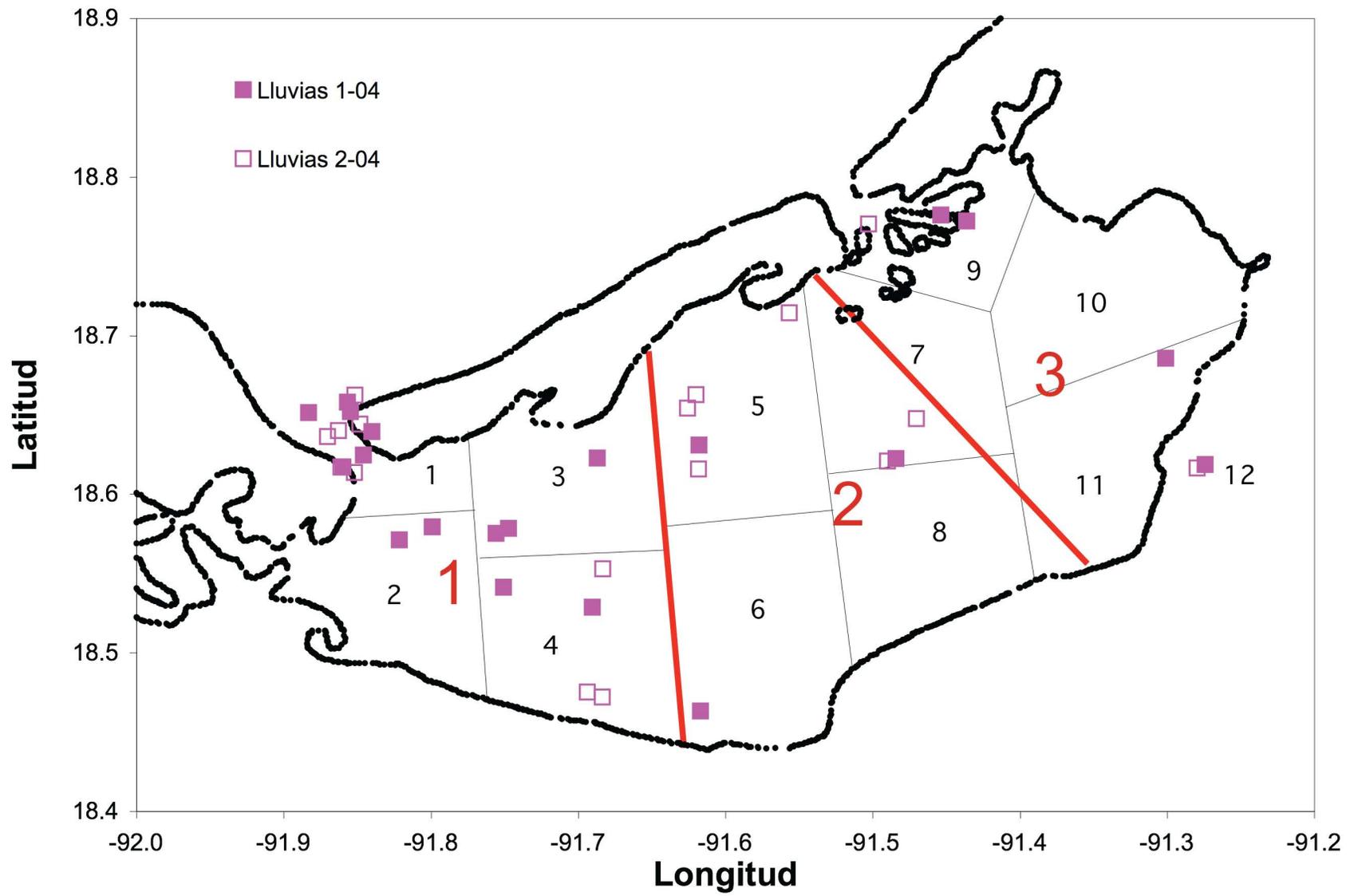


Figura 5. Mapa de la Laguna de Términos donde se muestran los avistamientos de la temporada de lluvias 2004. Se muestra la división del área de estudio tanto en 3 como en 12 zonas.

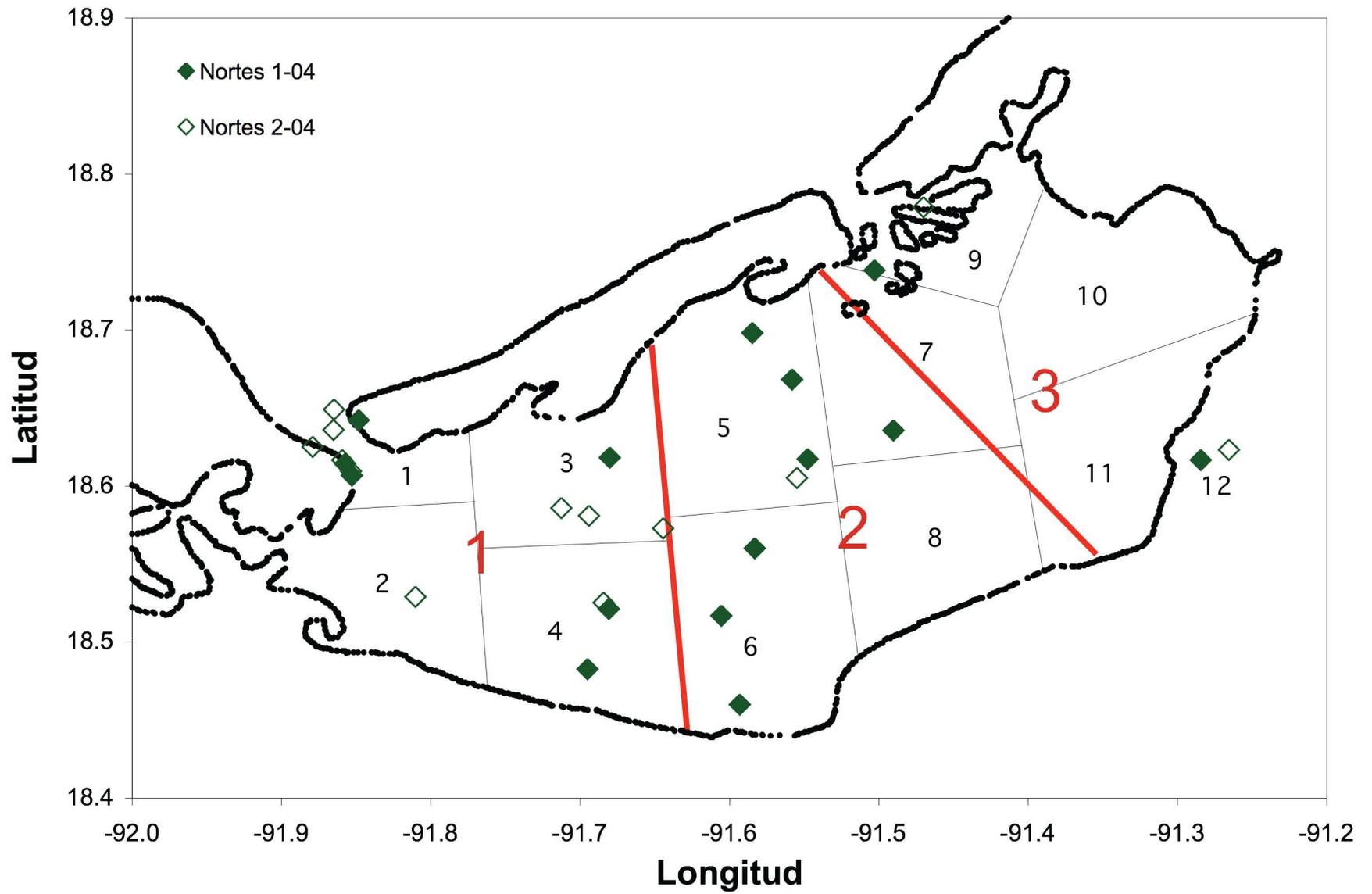


Figura 6. Mapa de la Laguna de Términos donde se muestran los avistamientos de la temporada de nortes 2004. Se muestra la división del área de estudio tanto en 3 como en 12 zonas.

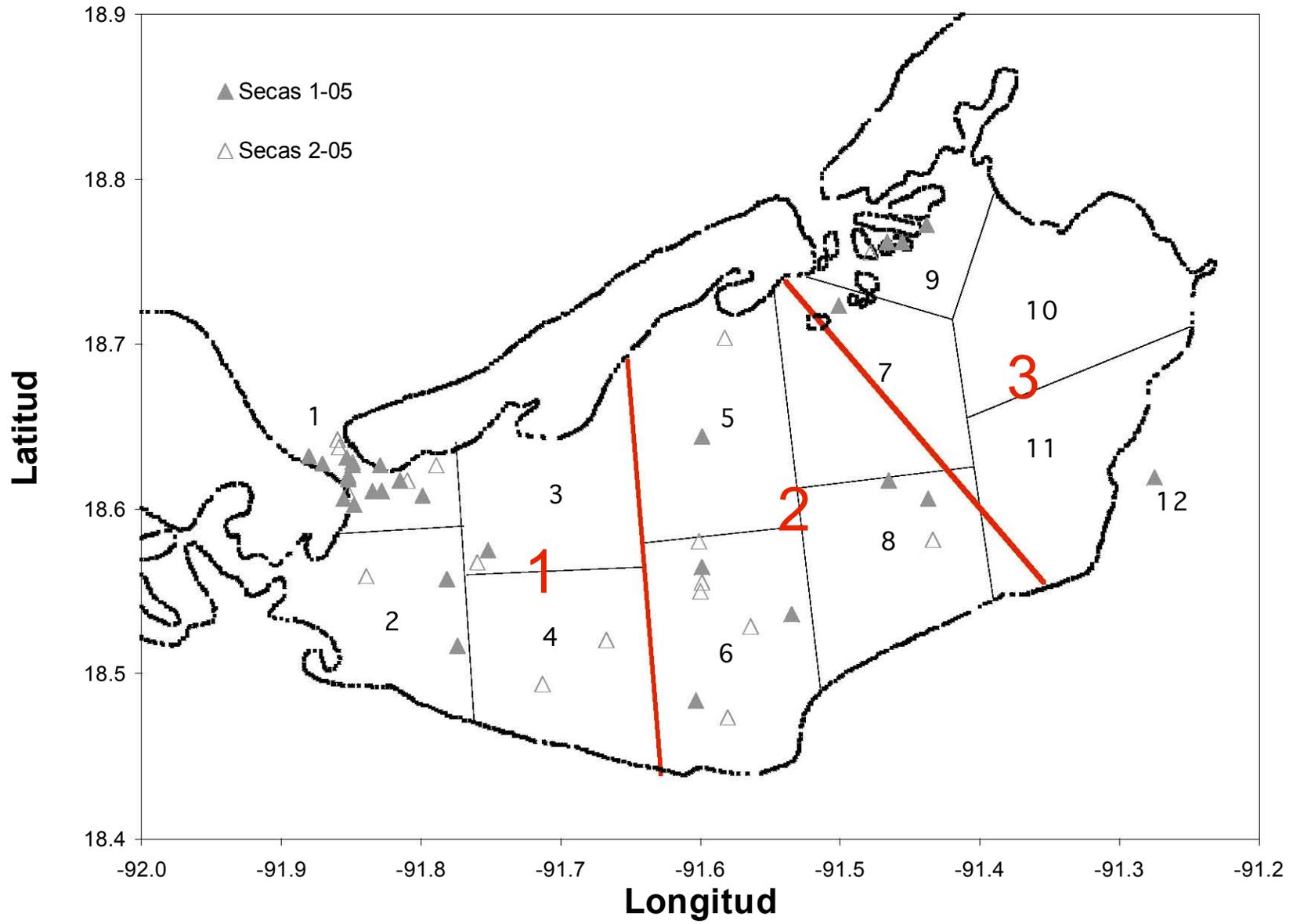


Figura 7. Mapa de la Laguna de Términos donde se muestran los avistamientos de la temporada de secas 2005. Se muestra la división del área de estudio tanto en 3 como en 12 zonas.

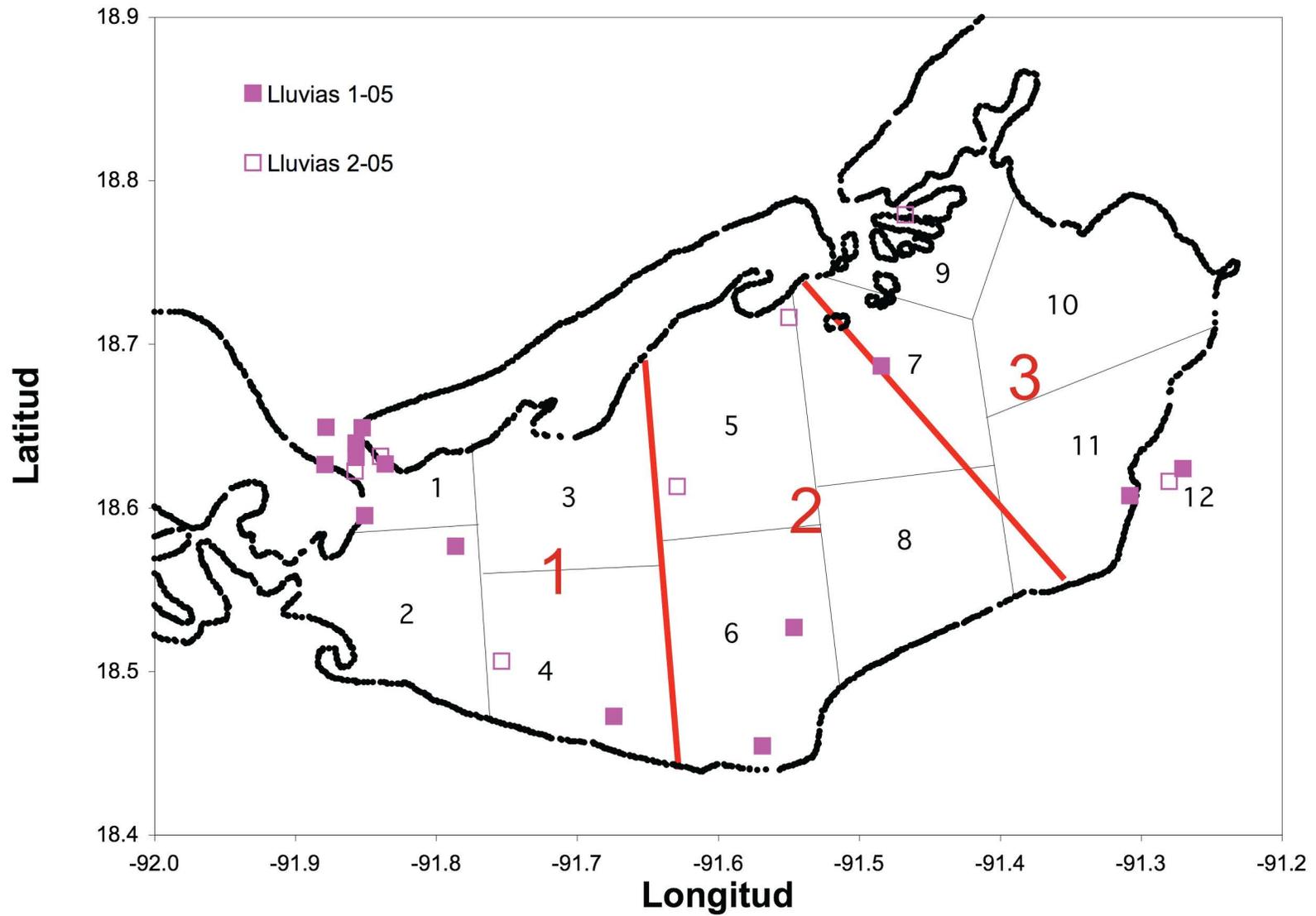


Figura 8. Mapa de la Laguna de Términos donde se muestran los avistamientos de la temporada de lluvias 2005. Se muestra la división del área de estudio tanto en 3 como en 12 zonas.

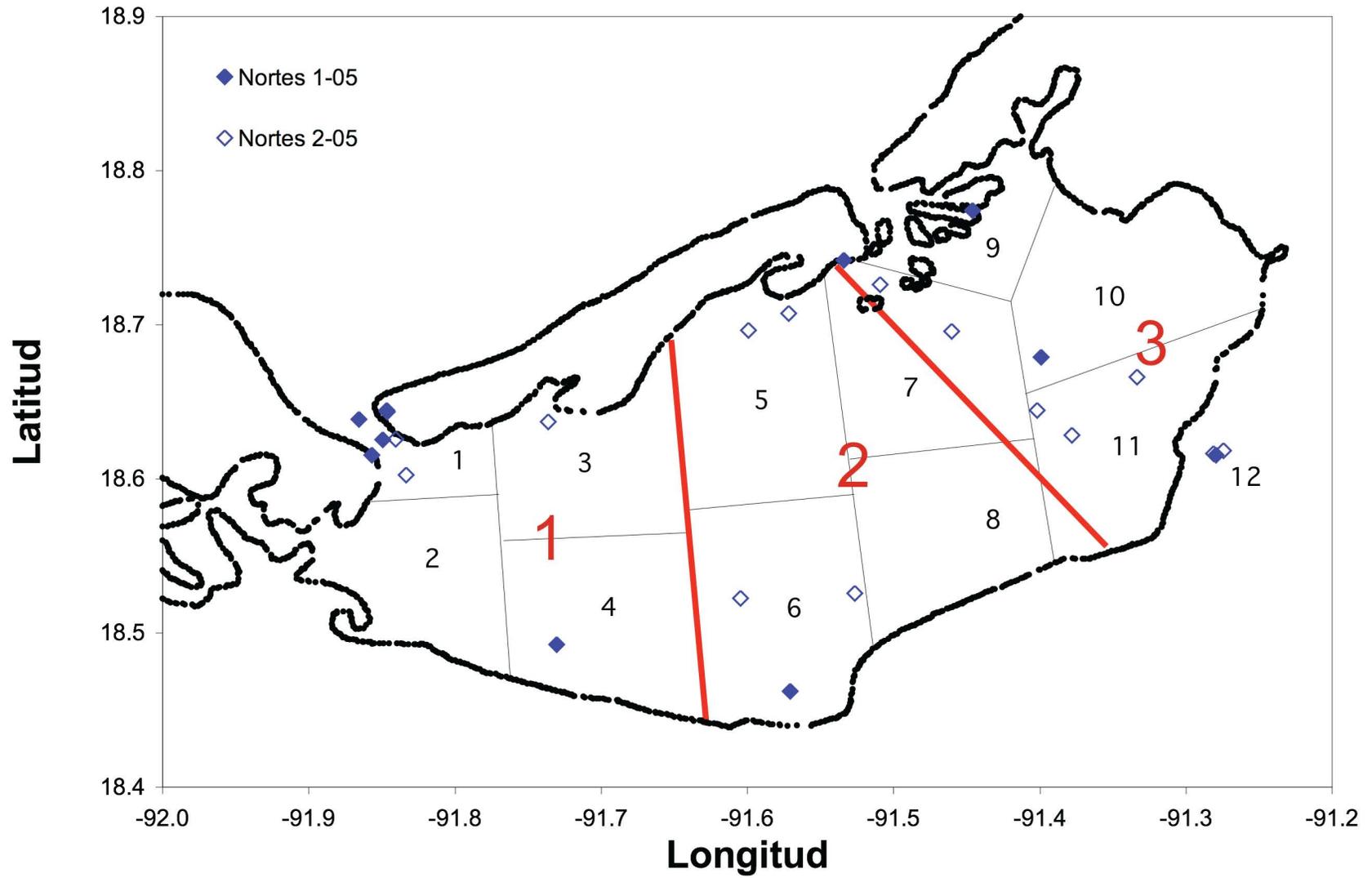


Figura 9. Mapa de la Laguna de Términos donde se muestran los avistamientos de la temporada de nortes 2005. Se muestra la división del área de estudio tanto en 3 como en 12 zonas.

En cuanto al número de delfines, en 2004 se vieron más durante nortes 1-04 y menos en lluvias 2-04 (Fig. 5 y 6, Tablas 5A y 8A). Durante 2005 fue el muestreo secas 2-05 cuando más delfines se avistaron y lluvias 1-05 cuando se registró el menor número de delfines (Fig. 7 y 8, Tablas 5A y 8A).

### 6.2.2 Temporadas

Durante 2004, la temporada secas 04 fue en la que se avistaron más manadas y la temporada de nortes en la que menos manadas se vieron (Fig. 4 y 6, Tablas 4B y 7B). En el 2005 repitió la temporada de secas como la que más manadas tuvo, pero ahora en la que menos hubo fue durante lluvias 05.

Durante 2004, la temporada en la que más delfines se vieron fue nortes 04, mientras que la temporada con menos delfines fue lluvias 04 (Fig. 5 y 6, Tabla 5B y 8B). En 2005, la temporada de secas 05 fue cuando más delfines se avistaron y la temporada de nortes 05 cuando menos delfines se registraron.

### 6.2.3 Años

En 2004 se vieron 9 manadas más que en 2005 y la zona donde más se vieron fue la 1 (Tablas 4C y 7C). En cuanto al número de delfines, también se vieron más durante el 2004 que en el año siguiente. La zona 1 fue donde más delfines se avistaron durante los dos años (Tablas 5C y 8C).

Tabla 3. Presencia/ausencia de manadas avistadas en cada una de las tres zonas en las que se dividió la Laguna durante cada uno de los 12 muestreos (A), las 6 temporadas (B) y los 2 años (C).

A Presencia/ausencia de manadas por muestreo							
Muestreo	Zona			suma	promedio	varianza	desviación estándar
	1	2	3				
Secas 1-04	1	1	1	3	1.0	0.000	0.000
Secas 2-04	1	1	1	3	1.0	0.000	0.000
Lluvias 1-04	1	1	1	3	1.0	0.000	0.000
Lluvias 2-04	1	1	1	3	1.0	0.000	0.000
Nortes 1-04	1	1	1	3	1.0	0.000	0.000
Nortes 2-04	1	1	1	3	1.0	0.000	0.000
Secas 1-05	1	1	1	3	1.0	0.000	0.000
Secas 2-05	1	1	1	3	1.0	0.000	0.000
Lluvias 1-05	1	1	1	3	1.0	0.000	0.000
Lluvias 2-05	1	1	1	3	1.0	0.000	0.000
Nortes 1-05	1	1	1	3	1.0	0.000	0.000
Nortes 2-05	1	1	1	3	1.0	0.000	0.000
<b>suma</b>	12	12	12	36	Gran total		
<b>promedio</b>	1.0	1.0	1.0				
<b>varianza</b>	0.000	0.000	0.000				
<b>desviación estándar</b>	0.000	0.000	0.000				

B Presencia/ausencia de manadas por temporada							
Temporada							
Secas 04	1	1	1	3	1.0	0.000	0.000
Lluvias 04	1	1	1	3	1.0	0.000	0.000
Nortes 04	1	1	1	3	1.0	0.000	0.000
Secas 05	1	1	1	3	1.0	0.000	0.000
Lluvias 05	1	1	1	3	1.0	0.000	0.000
Nortes 05	1	1	1	3	1.0	0.000	0.000
<b>suma</b>	6	6	6	18	Gran total		
<b>promedio</b>	1.0	1.0	1.0				
<b>varianza</b>	0.000	0.000	0.000				
<b>desviación estándar</b>	0.000	0.000	0.000				

C Presencia/ausencia de manadas por año							
Año							
2004	1	1	1	3	1.0	0.000	0.000
2005	1	1	1	3	1.0	0.000	0.000
<b>suma</b>	2	2	2	6	Gran total		
<b>promedio</b>	1.0	1.0	1.0				
<b>varianza</b>	0.000	0.000	0.000				
<b>desviación estándar</b>	0.000	0.000	0.000				

Tabla 4. Número de manadas avistadas por muestreo (A), temporada (B) y año (C) en las tres zonas en las que dividió la Laguna durante cada uno de los 12 muestreos.

A Número de manadas avistadas por muestreo							
Muestreo	ZONAS			total de manadas	promedio	varianza	desviación estándar
	1	2	3				
Secas 1-04	7	4	6	17	5.67	2.33	1.53
Secas 2-04	11	4	8	23	7.67	12.33	3.51
Lluvias 1-04	12	3	4	19	6.33	24.33	4.93
Lluvias 2-04	9	6	2	17	5.67	12.33	3.51
Nortes 1-04	6	7	2	15	5.00	7.00	2.65
Nortes 2-04	10	1	2	13	4.33	24.33	4.93
Secas 1-05	16	5	4	25	8.33	44.33	6.66
Secas 2-05	10	7	3	20	6.67	12.33	3.51
Lluvias 1-05	9	2	3	14	4.67	14.33	3.79
Lluvias 2-05	3	2	2	7	2.33	0.33	0.58
Nortes 1-05	5	1	4	10	3.33	4.33	2.08
Nortes 2-05	4	4	7	15	5.00	3.00	1.73
<b>total zona</b>	102	46	47	195	<b>Gran total</b>		
<b>promedio zona</b>	8.50	3.83	3.92				
<b>varianza zona</b>	13.73	4.51	4.27				
<b>desviación estándar zona</b>	3.70	2.13	2.07				

B Número de manadas avistadas por temporada							
Temporadas	ZONAS			total de manadas	promedio	varianza	desviación estándar
	1	2	3				
Secas 04	18	8	14	40	13.3	25.33	5.03
Lluvias 04	21	9	6	36	12.0	63.00	7.94
Nortes 04	16	8	4	28	9.3	37.33	6.11
Secas 05	26	12	7	45	15.0	97.00	9.85
Lluvias 05	12	4	5	21	7.0	19.00	4.36
Nortes 05	9	5	11	25	8.3	9.33	3.06
<b>total zona</b>	102	46	47	195	<b>Gran total</b>		
<b>promedio zona</b>	17.00	7.67	7.83				
<b>varianza zona</b>	37.60	8.27	14.97				
<b>desviación estándar zona</b>	6.13	2.88	3.87				

C Número de manadas avistadas por año							
Año	ZONAS			total de manadas	promedio	varianza	desviación estándar
	1	2	3				
2004	55	25	24	104	34.67	310.33	17.62
2005	47	21	23	91	30.33	209.33	14.47
<b>total zona</b>	102	46	47	195	<b>Gran total</b>		
<b>promedio zona</b>	51.00	23.00	23.50				
<b>varianza zona</b>	32.00	8.00	0.50				
<b>desviación estándar zona</b>	5.66	2.83	0.71				

Tabla 5. Número de delfines avistados por muestreo (A) , temporada (B) y año(C) avistados en las tres zonas en las que se dividió la Laguna durante cada uno de los 12 muestreos.

A							
Número de delfines avistados por muestreo							
	ZONAS						
Muestreo	1	2	3	total de delfines	promedio	varianza	desviación estándar
Secas 1-04	84	63	66	213	71.0	129.00	11.36
Secas 2-04	50	92	134	276	92.0	1764.00	42.00
Lluvias 1-04	125	103	36	264	88.0	2149.00	46.36
Lluvias 2-04	82	72	21	175	58.3	1070.33	32.72
Nortes 1-04	130	185	33	348	116.0	5923.00	76.96
Nortes 2-04	209	60	33	302	100.7	8984.33	94.79
Secas 1-05	165	61	95	321	107.0	2812.00	53.03
Secas 2-05	88	139	31	258	86.0	2919.00	54.03
Lluvias 1-05	177	38	38	253	84.3	6440.33	80.25
Lluvias 2-05	25	109	27	161	53.7	2297.33	47.93
Nortes 1-05	48	30	52	130	43.3	137.33	11.72
Nortes 2-05	29	53	83	165	55.0	732.00	27.06
<b>total zona</b>	1212	1005	649	2866	<b>Gran total</b>		
<b>promedio zona</b>	100.00	83.75	54.08				
<b>varianza zona</b>	3649.27	1996.21	1170.81				
<b>desviación estándar zona</b>	60.41	44.68	34.22				

B							
Número de delfines avistados por temporada							
	ZONAS						
Temporadas	1	2	3	total de delfines	promedio	varianza	desviación estándar
Secas 04	134	155	200	489	163.0	1137.00	33.72
Lluvias 04	207	175	57	439	146.3	6241.33	79.00
Nortes 04	339	245	66	650	216.7	19234.33	138.69
Secas 05	253	200	126	579	193.0	4069.00	63.79
Lluvias 05	202	147	65	414	138.0	4753.00	68.94
Nortes 05	77	83	135	295	98.3	1017.33	31.90
<b>total zona</b>	1212	1005	649	2866	<b>Gran total</b>		
<b>promedio zona</b>	202.00	167.50	108.17				
<b>varianza zona</b>	8328.80	2967.10	3146.1				
<b>desviación estándar zona</b>	91.26	54.47	56.09				

C							
Número de delfines avistados por año							
	ZONAS						
Año	1	2	3	total de delfines	promedio	varianza	desviación estándar
2004	680	575	323	1578	526.0	33663.00	183.48
2005	532	430	326	1288	429.3	10609.33	103.00
<b>total zona</b>	1212	1005	649	2866	<b>Gran total</b>		
<b>promedio zona</b>	606.00	502.50	324.50				
<b>varianza zona</b>	10952.00	10512.50	4.50				
<b>desviación estándar zona</b>	104.65	102.53	2.12				

Tabla 6. Presencia/ausencia de delfines en cada una de las 12 zonas durante cada muestreo (A), temporada (B) y año (C).

A																
ZONAS												Presencia/ausencia de manadas por muestreo				
Muestreo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL	promedio	varianza	desv.estándar
Secas 1-04	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	8	0.67	0.24	0.49
Secas 2-04	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	8	0.67	0.24	0.49
Lluvias 1-04	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	10	0.83	0.15	0.39
Lluvias 2-04	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	6	0.50	0.27	0.52
Nortes 1-04	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	8	0.67	0.24	0.49
Nortes 2-04	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	7	0.58	0.27	0.51
Secas 1-05	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	10	0.83	0.15	0.39
Secas 2-05	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	8	0.67	0.24	0.49
Lluvias 1-05	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	7	0.58	0.27	0.51
Lluvias 2-05	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	5	0.42	0.27	0.51
Nortes 1-05	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	7	0.58	0.27	0.51
Nortes 2-05	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	7	0.58	0.27	0.51
<b>total zona</b>	12	6	6	11	9	8	9	3	10	1	4	12	91	<b>Gran total</b>		
<b>promedio zona</b>	1.00	0.50	0.50	0.92	0.75	0.67	0.75	0.25	0.83	0.08	0.33	1.00				
<b>varianza zona</b>	0.00	0.27	0.27	0.08	0.20	0.24	0.20	0.20	0.15	0.08	0.24	0.00				
<b>desviación estándar zona</b>	0.00	0.52	0.52	0.29	0.45	0.49	0.45	0.45	0.39	0.29	0.49	0.00				
B																
ZONAS												Presencia/ausencia de manadas por temporada				
Temporada	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL	promedio	varianza	desv.estándar
Secas 04	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	11	0.92	0.08	0.29
Lluvias 04	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	10	0.83	0.15	0.39
Nortes 04	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	9	0.75	0.20	0.45
Secas 05	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	10	0.83	0.15	0.39
Lluvias 05	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	9	0.75	0.20	0.45
Nortes 05	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	10	0.83	0.15	0.39
<b>total zona</b>	6	5	5	6	6	6	6	2	6	1	4	6	59	<b>Gran total</b>		
<b>promedio zona</b>	1.00	0.83	0.83	1.00	1.00	1.00	1.00	0.33	1.00	0.17	0.67	1.00				
<b>varianza zona</b>	0.00	0.17	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	0.00	0.17	0.27	0.00				
<b>desviación estándar zona</b>	0.00	0.41	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.52	0.00	0.41	0.52	0.00				
C																
ZONAS												Presencia/ausencia de manadas por año				
Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL	promedio	varianza	desv.estándar
2004	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	1.00	0.00	0.00
2005	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	1.00	0.00	0.00
<b>total zona</b>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24	<b>Gran total</b>		
<b>promedio zona</b>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00				
<b>varianza zona</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
<b>desviación estándar zona</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				

Tabla 7. Número de manadas avistadas en cada una de las 12 zonas durante cada muestreo (A), temporada (B) y año (C).

A																
ZONAS													Número de manadas avistadas por muestreo			
Muestreo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL	promedio	varianza	desv.est.
Secas 1-04	3	1	1	2	0	1	5	0	3	0	0	1	17	1.42	2.45	1.56
Secas 2-04	10	0	0	1	1	0	1	3	5	1	0	1	23	1.92	8.63	2.94
Lluvias 1-04	5	2	3	2	1	1	1	0	2	0	1	1	19	1.58	1.90	1.38
Lluvias 2-04	6	0	0	3	4	0	2	0	1	0	0	1	17	1.42	3.90	1.98
Nortes 1-04	3	0	1	2	3	3	1	0	1	0	0	1	15	1.25	1.48	1.22
Nortes 2-04	5	1	3	1	1	0	0	0	1	0	0	1	13	1.08	2.27	1.51
Secas 1-05	11	2	2	1	1	2	1	2	2	0	0	1	25	2.08	8.45	2.91
Secas 2-05	7	1	0	1	1	5	0	2	2	0	0	1	20	1.67	4.79	2.19
Lluvias 1-05	7	1	0	1	2	0	1	0	0	0	1	1	14	1.17	3.79	1.95
Lluvias 2-05	2	0	0	1	0	2	0	0	1	0	0	1	7	0.58	0.63	0.79
Nortes 1-05	4	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	10	0.83	1.24	1.11
Nortes 2-05	3	0	1	0	2	2	2	0	0	0	3	2	15	1.25	1.48	1.22
<b>suma zona</b>	66	8	11	16	16	17	15	7	19	2	5	13	195	<b>Gran total</b>		
<b>promedio zona</b>	5.50	0.67	0.92	1.33	1.33	1.42	1.25	0.58	1.58	0.17	0.42	1.08				
<b>varianza zona</b>	8.09	0.61	1.36	0.61	1.52	2.27	1.84	1.17	1.90	0.15	0.81	0.08				
<b>desv. est. zona</b>	2.84	0.78	1.16	0.78	1.23	1.51	1.36	1.08	1.38	0.39	0.90	0.29				

B																
ZONAS													Número de manadas avistadas por temporada			
Temporada	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL	promedio	varianza	desv.est.
Secas 04	13	1	1	3	1	1	6	3	8	1	0	2	40	3.33	14.79	3.85
Lluvias 04	11	2	3	5	5	1	3	0	3	0	1	2	36	3.00	9.09	3.02
Nortes 04	8	1	4	3	4	3	1	0	2	0	0	2	28	2.33	5.33	2.31
Secas 05	18	3	2	2	2	7	1	4	4	0	0	2	45	3.75	23.84	4.88
Lluvias 05	9	1	0	2	2	2	1	0	1	0	1	2	21	1.75	5.84	2.42
Nortes 05	7	0	1	1	2	3	3	0	1	1	3	3	25	2.08	3.72	1.93
<b>suma zona</b>	66	8	11	16	16	17	15	7	19	2	5	13	195	<b>Gran total</b>		
<b>promedio zona</b>	11.00	1.33	1.83	2.67	2.67	2.83	2.50	1.17	3.17	0.33	0.83	2.17				
<b>varianza zona</b>	16.40	1.07	2.17	1.87	2.27	4.97	3.90	3.37	6.97	0.27	1.37	0.17				
<b>desv. est. zona</b>	4.05	1.03	1.47	1.37	1.51	2.23	1.97	1.83	2.64	0.52	1.17	0.41				

C																
ZONAS													Número de manadas avistadas por año			
Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL	promedio	varianza	desv.est.
2004	32	4	8	11	10	5	10	3	13	1	1	6	104	8.67	69.52	8.34
2005	34	4	3	5	6	12	5	4	6	1	4	7	91	7.58	76.27	8.73
<b>suma zona</b>	66	8	11	16	16	17	15	7	19	2	5	13	195	<b>Gran total</b>		
<b>promedio zona</b>	33.00	4.00	5.50	8.00	8.00	8.50	7.50	3.50	9.50	1.00	2.50	6.50				
<b>varianza zona</b>	2.00	0.00	12.50	18.00	8.00	24.50	12.50	0.50	24.50	0.00	4.50	0.50				
<b>desv. est. zona</b>	1.41	0.00	3.54	4.24	2.83	4.95	3.54	0.71	4.95	0.00	2.12	0.71				

Tabla 8. Número de delfines avistados en cada una de las 12 zonas, durante cada muestreo (A), temporada (B) y año (C).

A																
Número de delfines avistados por muestreo																
Muestreo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL	promedio	varianza	desviación estándar
Secas 1-04	22	25	20	17	0	10	73	0	26	0	0	20	213	17.75	411.11	20.28
Secas 2-04	44	0	0	6	20	0	15	72	69	40	0	10	276	23.00	717.64	26.79
Lluvias 1-04	26	15	72	12	3	40	60	0	8	0	20	8	264	22.00	559.82	23.66
Lluvias 2-04	59	0	0	23	53	0	19	0	6	0	0	15	175	14.58	444.45	21.08
Nortes 1-04	27	0	50	53	50	110	25	0	3	0	0	30	348	29.00	1098.18	33.14
Nortes 2-04	44	15	110	40	60	0	0	0	15	0	0	18	302	25.17	1128.15	33.59
Secas 1-05	104	9	12	30	5	35	50	31	25	0	0	20	321	26.75	826.39	28.75
Secas 2-05	58	12	0	18	6	63	0	70	16	0	0	15	258	21.50	697.36	26.41
Lluvias 1-05	51	6	0	120	38	0	3	0	0	0	15	20	253	21.08	1252.81	35.40
Lluvias 2-05	10	0	0	15	0	109	0	0	12	0	0	15	161	13.42	946.81	30.77
Nortes 1-05	28	0	0	20	0	30	10	0	9	15	0	18	130	10.83	127.79	11.30
Nortes 2-05	19	0	10	0	11	42	34	0	0	0	28	21	165	13.75	223.48	14.95
suma zona	492	82	274	354	246	439	289	173	189	55	63	210	2866	Gran total		
promedio zona	41.00	6.83	22.83	29.50	20.50	36.58	24.08	14.42	15.75	4.58	5.25	17.50				
varianza zona	645.09	70.52	1288.3	1019.3	536.45	1588.9	631.36	777.36	354.57	142.99	98.02	32.09				
desv. est. zona	25.40	8.40	35.89	31.93	23.16	39.86	25.13	27.88	18.83	11.96	9.90	5.66				
B																
Número de delfines avistados por temporada																
Temporada	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL	promedio	varianza	desviación estándar
Secas 04	66	25	20	23	20	10	88	72	95	40	0	30	489	40.75	994.20	31.53
Lluvias 04	85	15	72	35	56	40	79	0	14	0	20	23	439	36.58	900.08	30.00
Nortes 04	71	15	160	93	110	110	25	0	18	0	0	48	650	54.17	2887.24	53.73
Secas 05	162	21	12	48	11	98	50	101	41	0	0	35	579	48.25	2411.66	49.11
Lluvias 05	61	6	0	135	38	109	3	0	12	0	15	35	414	34.50	2057.00	45.35
Nortes 05	47	0	10	20	11	72	44	0	9	15	28	39	295	24.58	482.63	21.97
suma zona	492	82	274	354	246	439	289	173	189	55	63	210	2866	Gran total		
promedio zona	82.00	13.67	45.67	59.00	41.00	73.17	48.17	28.83	31.50	9.17	10.50	35.00				
varianza zona	1690.4	86.27	3783.0	2089.2	1447.2	1669.7	1026.9	2079.3	1099.5	264.17	149.50	70.80				
desv. est. zona	41.11	9.29	61.51	45.71	38.04	40.86	32.05	45.60	33.16	16.25	12.23	8.41				
C																
Número de delfines avistados por año																
Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL	promedio	varianza	desviación estándar
2004	222	55	252	151	186	160	192	72	127	40	20	101	1578	131.50	6081.52	77.98
2005	270	27	22	203	60	279	97	101	62	15	43	109	1288	107.33	8720.61	93.38
suma zona	492	82	274	354	246	439	289	173	189	55	63	210	2866	Gran total		
promedio zona	246.00	41.00	137.00	177.00	123.00	219.50	144.50	86.50	94.50	27.50	31.50	105.00				
varianza zona	1152.0	392.00	2645.0	1352.0	7938.0	7080.5	4512.5	420.50	2112.5	312.50	264.50	32.00				
desv. est. zona	33.94	19.80	162.63	36.77	89.10	84.15	67.18	20.51	45.96	17.68	16.26	5.66				

### 6.3 Análisis de la distribución temporal

A continuación se describen los resultados de las diferentes pruebas estadísticas que se hicieron para describir la distribución temporal, es decir, por muestreo, temporada y año.

#### 6.3.1 Análisis para la división en 3 zonas

No fue posible calcular el estadístico F para la presencia/ausencia de manadas y delfines en tres zonas debido a que siempre hubo presencia de manadas y delfines en todas las zonas (Tabla 3) y, por lo tanto, la varianza de los datos fue cero.

El análisis para para la división de la Laguna tres zonas indicó que el muestreo de lluvias 2-05 tuvo una varianza significativamente menor ( $p < 0.05$ ) que la de los otros cinco muestreos para el número de manadas observadas (Tabla 9A), lo que indica que durante este muestreo se encontró un número similar de manadas en las tres zonas (Tabla 4A). Para los otros muestreos, el número de manadas avistadas en cada una de las tres zonas fue distinto (Tablas 4A y 9A). Para el número de delfines, el análisis por muestreo indicó que el muestreo de lluvias 2-05 también presentó una varianza estadísticamente distinta a la de otros cinco muestreos (Tabla 9B). Además, el muestreo de nortes 2-04 tuvo una varianza diferente a la del muestreo de nortes 1-05, lo que indicó que la distribución del número de delfines durante nortes 1-05 fue más homogénea que durante nortes 2-04 (Tablas 4B y 9B). Una vez agrupados los datos por temporada o por año, las varianzas ya no fueron significativamente diferentes entre sí para las tres zonas ( $p > 0.30$  - Tablas 10 y 11).

Tabla 9. Valores de p para la prueba de F del número de manadas (A) y delfines (B) avistados en tres zonas de la Laguna durante cada uno de los 12 muestreos. Las celdas resaltadas son las que contienen valores de p menores a 0.05.

A												
Número de manadas											Prueba de F	
Muestreo	Secas 1-04	Secas 2-04	Lluvias 1-04	Lluvias 2-04	Nortes 1-04	Nortes 2-04	Secas 1-05	Secas 2-05	Lluvias 1-05	Lluvias 2-05	Nortes 1-05	Nortes 2-05
Secas 1-04	1	0.32	0.14	0.32	0.50	0.17	0.12	0.25	0.28	0.25	0.70	0.87
Secas 2-04		1	0.58	1.00	0.72	0.67	0.50	0.86	0.92	0.05	0.52	0.39
Lluvias 1-04			1	0.58	0.37	0.89	0.90	0.70	0.64	0.02	0.25	0.18
Lluvias 2-04				1	0.72	0.67	0.50	0.86	0.92	0.05	0.52	0.39
Nortes 1-04					1	0.45	0.32	0.60	0.66	0.09	0.76	0.60
Nortes 2-04						1	0.79	0.80	0.74	0.03	0.30	0.22
Secas 1-05							1	0.61	0.56	0.02	0.21	0.15
Secas 2-05								1	0.93	0.04	0.42	0.31
Lluvias 1-05									1	0.05	0.46	0.35
Lluvias 2-05										1	0.14	0.20
Nortes 1-05											1	0.82
Nortes 2-05												1
B												
Número de delfines												
Muestreo	Secas 1-04	Secas 2-04	Lluvias 1-04	Lluvias 2-04	Nortes 1-04	Nortes 2-04	Secas 1-05	Secas 2-05	Lluvias 1-05	Lluvias 2-05	Nortes 1-05	Nortes 2-05
Secas 1-04	1	0.14	0.11	0.22	0.04	0.03	0.42	0.06	0.05	0.55	0.97	0.30
Secas 2-04		1	0.88	0.76	0.46	0.33	0.43	0.56	0.53	0.05	0.14	0.59
Lluvias 1-04			1	0.65	0.55	0.40	0.36	0.66	0.63	0.04	0.12	0.50
Lluvias 2-04				1	0.31	0.21	0.62	0.38	0.36	0.09	0.23	0.81
Nortes 1-04					1	0.79	0.15	0.87	0.90	0.02	0.05	0.22
Nortes 2-04						1	0.10	0.67	0.70	0.01	0.03	0.15
Secas 1-05							1	0.19	0.18	0.18	0.44	0.80
Secas 2-05								1	0.97	0.02	0.06	0.28
Lluvias 1-05									1	0.02	0.06	0.26
Lluvias 2-05										1	0.53	0.13
Nortes 1-05											1	0.32
Nortes 2-05												1

Tabla 10. Valores de p para la prueba de F para el número de manadas (A) y delfines (B) avistados en tres zonas durante cada una de las 6 temporadas. Las celdas resaltadas son las que contienen valores de  $p < 0.05$ .

A						
Número de manadas						Prueba de F
Temporada	Secas 04	Lluvias 04	Nortes 04	Secas 05	Lluvias 05	Nortes 05
Secas 04	1	0.52	0.81	0.42	0.86	0.54
Lluvias 04		1	0.68	0.87	0.42	0.23
Nortes 04			1	0.57	0.67	0.40
Secas 05				1	0.34	0.18
Lluvias 05					1	0.66
Nortes 05						1

B						
Número de delfines						
Temporada	Secas 04	Lluvias 04	Nortes 04	Secas 05	Lluvias 05	Nortes 05
Secas 04	1	0.30	0.11	0.48	0.39	0.94
Lluvias 04		1	0.50	0.73	0.86	0.28
Nortes 04			1	0.32	0.40	0.10
Secas 05				1	0.87	0.44
Lluvias 05					1	0.35
Nortes 05						1

Tabla 11. Valores de p para la prueba de F para el número de manadas (A) y delfines (B) avistados en tres zonas durante cada uno de los 2 años. Las celdas resaltadas son las que contienen valores de  $p < 0.05$

A		
Número de manadas		Prueba de F
Año	2004	2005
2004	1	0.75
2005		1
B		
Número de delfines		
2004	1	0.44
2005		1

En resumen, la prueba de F para 3 zonas solamente dio resultados significativos para el análisis por muestreo, tanto para el número de manadas como para el número de delfines (Tablas 4A y B). El segundo muestreo de la temporada de lluvias 2005 fue el que presentó una menor dispersión tanto en el número de manadas como en el número de delfines en las tres zonas (Tablas 9A y B). Además, fue también durante este muestreo cuando se registraron menos manadas y delfines (Tablas 4A y B), lo cual quiere decir que se vieron pocas manadas y delfines durante lluvias 2-05, pero igualmente distribuidas en cada zona. Por ello no se realizó ninguna otra prueba estadística utilizando tres zonas.

## 6.3.2 Análisis para la división en 12 zonas

### 6.3.2.1 Prueba de F

Los resultados de la prueba de F temporal para la división de la Laguna en 12 zonas se muestran en las tablas 12, 13 y 14. La varianza no resultó ser diferente entre los diferentes muestreos, temporadas o años utilizando los datos de presencia/ausencia (Tablas 12A, 13A, 14A) debido a que la distribución de las manadas, en cuanto a presencia, es similar entre un muestreo y otro, entre una temporada y otra y entre un año y otro.

De acuerdo al número de manadas, los muestreos que tuvieron una varianza significativamente diferente con más de tres de los otros muestreos fueron secas 2-04, secas 1-05 y lluvias 2-05 (Tabla 13B). Esto indica que la distribución de las manadas fue distinta a las de los otros muestreos. En el caso de los muestreos de secas, la diferencia en la varianza se debe a que se vio una gran cantidad de manadas en pocas zonas, obteniendo un valor grande en la varianza (Tabla 7A), mientras que durante los muestreos de lluvias se vieron muy pocas manadas en las 12 zonas de la Laguna, lo cual generó una varianza pequeña. Para la comparación entre temporadas, la temporada secas 05 tuvo una varianza significativamente diferente para el número de manadas de la de nortes 04, lluvias 05 y nortes 05. Esto se debe a que se vieron una gran cantidad de manadas en pocas zonas, lo cual resulta en una varianza grande comparada con la de los otros muestreos (Tabla 7B). De manera similar, secas 04 tuvo una distinta varianza con relación a nortes 05 (Tabla 13B). El análisis por año no dio diferencias significativas entre las varianzas del número de manadas, por lo que se entiende que la distribución fue similar durante los dos años (Tabla 14B).

Tabla 12. Valores de p para la prueba de F de la presencia/ausencia de delfines (A), el número de manadas (B) y el número de delfines (C) avistados en las 12 zonas durante los 12 muestreos. Los valores menores a 0.05 están resaltados.

A Presencia/ausencia Prueba de F												
Muestreo	Secas 1-04	Secas 2-04	Lluvias 1-04	Lluvias 2-04	Nortes 1-04	Nortes 2-04	Secas 1-05	Secas 2-05	Lluvias 1-05	Lluvias 2-05	Nortes 1-05	Nortes 2-05
Secas 1-04	1	0.88	0.37	0.96	0.88	1.00	0.37	0.88	0.96	1.00	0.88	1.00
Secas 2-04		1	0.45	0.85	1.00	0.88	0.45	1.00	0.85	0.88	1.00	0.88
Lluvias 1-04			1	0.34	0.45	0.37	1.00	0.45	0.34	0.37	0.45	0.37
Lluvias 2-04				1	0.85	0.96	0.34	0.85	1.00	0.96	0.85	0.96
Nortes 1-04					1	0.88	0.45	1.00	0.85	0.88	1.00	0.88
Nortes 2-04						1	0.37	0.88	0.96	1.00	0.88	1.00
Secas 1-05							1	0.45	0.34	0.37	0.45	0.37
Secas 2-05								1	0.85	0.88	1.00	0.88
Lluvias 1-05									1	0.96	0.85	0.96
Lluvias 2-05										1	0.88	1.00
Nortes 1-05											1	0.88
Nortes 2-05												1
B Número de manadas												
Muestreo	Secas 1-04	Secas 2-04	Lluvias 1-04	Lluvias 2-04	Nortes 1-04	Nortes 2-04	Secas 1-05	Secas 2-05	Lluvias 1-05	Lluvias 2-05	Nortes 1-05	Nortes 2-05
Secas 1-04	1	0.09	0.82	0.67	0.26	0.65	0.03	0.92	0.65	0.02	0.21	0.23
Secas 2-04		1	0.06	0.20	0.01	0.04	0.58	0.11	0.21	0.00	0.00	0.01
Lluvias 1-04			1	0.51	0.36	0.82	0.02	0.75	0.50	0.03	0.29	0.33
Lluvias 2-04				1	0.12	0.38	0.07	0.74	0.98	0.01	0.09	0.11
Nortes 1-04					1	0.49	0.00	0.22	0.12	0.18	0.89	0.95
Nortes 2-04						1	0.01	0.59	0.37	0.05	0.41	0.45
Secas 1-05							1	0.03	0.08	0.00	0.00	0.00
Secas 2-05								1	0.72	0.01	0.17	0.20
Lluvias 1-05									1	0.01	0.09	0.10
Lluvias 2-05										1	0.23	0.20
Nortes 1-05											1	0.94
Nortes 2-05												1
C Número de delfines												
Muestreo	Secas 1-04	Secas 2-04	Lluvias 1-04	Lluvias 2-04	Nortes 1-04	Nortes 2-04	Secas 1-05	Secas 2-05	Lluvias 1-05	Lluvias 2-05	Nortes 1-05	Nortes 2-05
Secas 1-04	1	0.58	0.89	0.82	0.22	0.20	0.23	0.90	0.04	0.12	0.03	0.19
Secas 2-04		1	0.68	0.44	0.49	0.47	0.51	0.67	0.11	0.04	0.01	0.07
Lluvias 1-04			1	0.72	0.27	0.26	0.29	0.99	0.05	0.09	0.02	0.15
Lluvias 2-04				1	0.15	0.14	0.16	0.73	0.02	0.18	0.05	0.27
Nortes 1-04					1	0.97	0.97	0.27	0.36	0.01	0.00	0.01
Nortes 2-04						1	0.94	0.25	0.38	0.01	0.00	0.01
Secas 1-05							1	0.28	0.34	0.01	0.00	0.01
Secas 2-05								1	0.05	0.10	0.02	0.15
Lluvias 1-05									1	0.00	0.00	0.00
Lluvias 2-05										1	0.50	0.82
Nortes 1-05											1	0.37
Nortes 2-05												1

Tabla 13. Valores de p para la prueba de F de la presencia/ausencia de delfines (A), el número de manadas (B) y el número de delfines (C) avistados en las 12 zonas durante las 6 temporadas. Los valores menores a 0.05 están resaltados.

A Presencia/Ausencia Prueba de F						
Temporada	Secas 04	Lluvias 04	Nortes 04	Secas 05	Lluvias 05	Nortes 05
Secas 04	1	1.00	1.00	1.00	0.45	0.63
Lluvias 04		1	1.00	1.00	0.45	0.63
Nortes 04			1	1.00	0.45	0.63
Secas 05				1	0.45	0.63
Lluvias 05					1	0.78
Nortes 05						1

B Número de manadas						
Temporada	Secas 04	Lluvias 04	Nortes 04	Secas 05	Lluvias 05	Nortes 05
Secas 04	1	0.44	0.07	0.50	0.11	0.02
Lluvias 04		1	0.27	0.15	0.39	0.10
Nortes 04			1	0.01	0.80	0.56
Secas 05				1	0.03	0.00
Lluvias 05					1	0.40
Nortes 05						1

C Número de delfines						
Temporada	Secas 04	Lluvias 04	Nortes 04	Secas 05	Lluvias 05	Nortes 05
Secas 04	1	0.56	0.20	0.47	0.41	0.12
Lluvias 04		1	0.07	0.20	0.16	0.32
Nortes 04			1	0.56	0.63	0.01
Secas 05				1	0.92	0.03
Lluvias 05					1	0.02
Nortes 05						1

Tabla 14. Valores de p para la prueba de F de la de presencia/ausencia de delfines (A), el número de manadas (B) y el número de delfines (C) avistados en las 12 zonas durante los 2 años. Los valores menores a 0.05 están resaltados.

Presencia/Ausencia Prueba de F		
Año	2004	2005
2004	1	-
2005		1
B Número de manadas		
Año	2004	2005
2004	1	0.94
2005		1
C Número de delfines		
Año	2004	2005
2004	1	0.72
2005		1

En las pruebas para el número de delfines repitió el muestreo de lluvias 2-05 como uno de los muestreos con varianza significativamente diferente de cinco de los otros muestreos (Tabla 12C). Además, los muestreos de nortes 2005 también fueron significativamente diferentes de al menos cuatro muestreos (Tabla 12C). Este muestreo tuvo una varianza significativamente menor porque se avistaron pocos delfines en pocas zonas, situación similar a la del muestreo de lluvias 1-05 que presentó diferencias significativas en su varianza con respecto a secas 1-04 ( $p=0.04$ , 11 gl) y lluvias 1-04 ( $p=0.02$ , 11 gl). Nuevamente, esto se debió a que durante lluvias 2005 se avistaron pocos delfines en la Laguna, lo cual ocasionó varianzas pequeñas (Tabla 8A), mientras que en nortes se vieron manadas grandes en pocas zonas de la Laguna. Solamente el número de delfines de nortes 05 tuvo una varianza significativamente diferente de las demás por temporada, ya que tuvo la varianza más pequeña (482.63 – Tabla 8B), lo cual fue estadísticamente diferente a la de nortes 04, secas 05 y lluvias 05 (Tabla 13C). Esto indica que durante nortes 05 los delfines estuvieron más homogéneamente distribuidos que durante las otras temporadas. El análisis por año no dio diferencias significativas entre las varianzas del número de delfines, por lo que se entiende que la distribución fue similar durante los dos años (Tabla 14C).

En resumen, la prueba de F para las 12 zonas dio resultados significativos para el análisis tanto por muestreo como por temporada. El segundo muestreo de la temporada de lluvias de 2005 fue el que presentó una menor dispersión tanto en el número de manadas como en el número de delfines en las 12 zonas (Tablas 13B y C). Además, fue también durante este muestreo cuando se vieron menos manadas y delfines (Tablas 4A y B), lo cual quiere decir que se vieron pocas manadas y delfines durante lluvias 2-05, pero igualmente distribuidas en cada zona. Adicionalmente, la prueba de F para las 12 zonas indica que en los muestreos de secas 2-04 y secas 1-05 se encontró una mayor dispersión en el número de manadas observadas en las 12 zonas (Tabla 12B), debido a que fue cuando más manadas se vieron (Tabla 7A) y estas manadas se concentraron en unas cuantas zonas

(Fig. 4 y 7). En ambos casos, la mayoría de las manadas se avistaron en la zona 1 (Fig. 4 y 7). En cuanto al número de delfines, la prueba de F para 12 zonas indicó que en los dos muestreos de lluvias 05 y nortes 05 se encontró una diferencia en la distribución del número de delfines (Tabla 12C); durante lluvias 2-05 y los dos muestreos de nortes 05 la distribución del número de delfines fue semejante en todas las zonas (Tabla 12B) y se encontraron pocos delfines (Tabla 8A), mientras que durante lluvias 1-05 la distribución fue más heterogénea (Tabla 12B) y se encontraron más delfines (Tabla 8A). La temporada nortes 05 tuvo una distribución más homogénea (Tabla 13B y C) con pocas manadas y delfines en las 12 zonas (Tablas 7B y 8B). La temporada secas 05 tuvo una distribución menos homogénea (Tabla 13B) con muchas manadas en algunas de las 12 zonas (Tablas 7B).

#### 6.3.2.2 Pruebas no paramétricas

##### 6.3.2.2.1 Prueba de Wilcoxon

La prueba de Wilcoxon se realizó para comparar el número de manadas o el número de animales de las 6 temporadas durante las cuales se realizó el muestreo. Se compararon por pares, es decir, se compararon la cantidad de manadas y de delfines observados durante cada una de las temporadas en los dos años, por ejemplo, secas 2004 contra secas 2005 (Tablas 7B y 8B), para determinar si la distribución de manadas o delfines de una temporada era significativamente diferente a la de la misma temporada del siguiente año.

La prueba de Wilcoxon realizada con el número de manadas observadas por temporada de cada año (Tabla 15) indicó que entre las temporadas de secas y nortes no existió una diferencia significativa ( $p > 0.6$ ), mientras que entre las temporadas de lluvias sí existió una diferencia significativa ( $p = 0.021$ ). Únicamente el número de manadas avistadas durante las dos temporadas de lluvias fue distinto

(Tabla 15). Esto se puede deber a que en la temporada de lluvias 2005 se vieron muy pocas manadas y durante secas y nortes se avistaron aproximadamente el mismo número de manadas en los dos años (Tabla 7B).

Tabla 15. Resultados de la prueba pareada de Wilcoxon por temporada para el número de manadas observadas en las 12 zonas.

	N	T	Z	Valor de p
Secas 04 & Secas 05	12	22.50	0.509647	0.610302
Lluvias 04 & Lluvias 05	12	5.00	2.293412	0.021831
Nortes 04 & Nortos 05	12	27.00	0.533465	0.593715

La prueba de Wilcoxon realizada con el número de delfines observados por temporada de cada año (Tabla 8B) indica que estadísticamente se observó la misma cantidad de delfines durante las diferentes temporadas ( $p > 0.13$ ) (Tabla 16).

Tabla 16. Resultados de la prueba pareada de Wilcoxon por temporada para el número de delfines observados en las 12 zonas.

	N	T	Z	Valor de p
Secas 04 & Secas 05	12	25.00000	0.711287	0.476912
Lluvias 04 & Lluvias 05	12	23.00000	0.458682	0.646465
Nortes 04 & Nortos 05	12	19.50000	1.529706	0.126099

#### 6.3.2.2.2 Prueba de Friedman

La prueba de Friedman se llevó a cabo para saber si existía alguna diferencia en el número de manadas o el número de delfines avistados por año considerando la división de la Laguna en 12 zonas. Se compararon la cantidad de manadas o delfines observados durante las tres temporadas de cada año, es decir, secas 2004 contra lluvias 2004 contra nortes 2004 (Tablas 7B y 8B), para ver si la cantidad de manadas o delfines de una temporada era significativamente diferente a la de otra temporada del mismo año.

No se encontró una diferencia significativa ni en el número de manadas observadas durante las tres temporadas del 2004 o del 2005 (Tablas 17 y 18) ni en el número de delfines avistados en cada año (Tablas 19 y 20), lo cual quiere decir que se vio un número de manadas y delfines estadísticamente igual en cada una de las temporadas por año (Tablas 7B y 8B). Sin embargo, para el número de manadas observadas durante las tres temporadas de 2005 el valor de p de la prueba de Friedman se encontró justo en el límite de rechazo escogido ( $p=0.052$ ,  $N=12$ ,  $gl=2$  – Tabla 18). Esto puede deberse a que la diferencia entre el número de manadas avistadas ese año durante la temporada de secas y lluvias es el mayor de todos los muestreos realizados (26 manadas de diferencia – Tabla 7B). La suma de rangos es mayor para secas 2005 (Tabla 18), ya que fue esta temporada durante la que se tuvo un mayor número de avistamientos (Tabla 7B).

Tabla 17. Resultados de la prueba de Friedman para el número de manadas observadas en las 12 zonas en cada una de las temporadas del 2004.

ANOVA de Friedman y Coeficiente de Concordancia de Kendall				
ANOVA Chi Cuad. (N = 12, gl = 2) = 1.589744 p < 0.45165				
Coeficiente de concordancia = 0.06624 Rango promedio r = -0.0186				
	jerarquía promedio	suma de jerarquías	promedio	desviación estándar
Secas 04	2.041667	24.50000	3.333333	4.141439
Lluvias 04	2.208333	26.50000	3.083333	3.260182
Nortes 04	1.750000	21.00000	2.333333	2.309401

Tabla 18. Resultados de la prueba de Friedman para el número de manadas observadas en las 12 zonas en cada una de las temporadas del 2005.

ANOVA de Friedman y Coeficiente de Concordancia de Kendall ANOVA				
Chi Cuad. (N = 12, gl = 2) = 5.904762 p < 0.05223				
Coef. de concordancia = 0.24603 Rango promedio r = 0.17749				
	jerarquía promedio	suma de jerarquías	promedio	desviación estándar
Secas 05	2.500000	30.00000	3.833333	5.113855
Lluvias 05	1.583333	19.00000	1.666667	2.498484
Nortes 05	1.916667	23.00000	2.083333	1.928652

Tabla 19. Resultados de la prueba de Friedman para el número de delfines observados en las 12 zonas en cada una de las temporadas del 2004.

ANOVA de Friedman y Coeficiente de Concordancia de Kendall				
ANOVA Chi Cuad. (N = 12, gl = 2) = 0.5909091 p < 0.74420				
Coef. de concordancia = 0.02462 Rango promedio r = -0.0640				
	jerarquía promedio	suma de jerarquías	promedio	desviación estándar
Secas 04	1.958333	23.50000	40.75000	35.97506
Lluvias 04	1.875000	22.50000	36.75000	29.99735
Nortes 04	2.166667	26.00000	54.16666	53.73307

Tabla 20. Resultados de la prueba de Friedman para el número de delfines observados en las 12 zonas en cada una de las temporadas del 2005.

ANOVA de Friedman y Coeficiente de Concordancia de Kendall				
ANOVA Chi Cuad. (N = 12, gl = 2) = 3.652174 p < 0.16106				
Coef. de concordancia = 0.15217 Rango promedio r = 0.07510				
	jerarquía promedio	suma de jerarquías	promedio	desviación estándar
Secas 05	2.333333	28.00000	48.25000	44.89204
Lluvias 05	2.083333	25.00000	34.50000	46.39455
Nortes 05	1.583333	19.00000	24.58333	21.96881

### 6.3.3 Índice de distancia

El índice de distancia o dispersión utiliza la distancia geográfica entre cada uno de los avistamientos. Con este índice se puede determinar qué tan aglomerados estuvieron los avistamientos durante los 12 muestreos, 6 temporadas y 2 años (Tabla 21). Para realizar este análisis no se utilizó la división en zonas como en los análisis anteriores, ya que se consideró la distancia geográfica entre avistamientos. Los números más pequeños de la tabla 21 indican distancias menores entre los avistamientos y, por lo tanto, una distribución más homogénea de la presencia de delfines en la Laguna, mientras que los números más grandes indican mayores distancias entre los avistamientos.

Tabla 21. Índice de distancia para los 12 muestreos (A), 6 temporadas (B) y 2 años (C). Mientras más pequeño sea el índice menor es la distancia entre cada uno de los avistamientos y por lo tanto más homogénea la distribución.

Muestreo	2004	2005
Secas 1	0.426	0.375
Secas 2	0.426	0.373
Lluvias 1	0.397	0.423
Lluvias 2	0.391	0.499
Nortes 1	0.376	0.520
Nortes 2	0.371	0.454

(A)

Temporada	2004	2005
Secas	0.406	0.367
Lluvias	0.382	0.429
Nortes	0.223	0.461

(B)

Año	2004	2005
	0.375	0.402

(C)

Durante los muestreos del 2004 el índice se mantuvo alrededor de 0.4 (Tabla 21A). En el 2005, el índice fue aumentando como avanzó el año; los muestreos de secas tuvieron valores alrededor de 0.37, mientras que en lluvias llegaron a 0.50, alcanzando un máximo de 0.52 en el muestreo nortes 1-05. Estos valores elevados durante el 2005 se deben a que se avistaron menos manadas durante la segunda mitad del 2005.

El índice de distancia indica que al comenzar este estudio en secas de 2004, las manadas estuvieron distribuidas en aproximadamente la mitad del área de la Laguna (ID=0.426 – Tabla 21A) y, conforme fue avanzando el tiempo, la distribución de las manadas se hizo más homogénea, hasta llegar a un mínimo en el segundo muestreo de la temporada de nortes 2004 (ID=0.371 – Tabla 21A). La distribución de manadas en la Laguna nuevamente comenzó a ser menos homogénea, hasta llegar a un máximo de 0.520 durante el primer muestreo de la temporada de nortes 2005 (Tabla 21A) y, finalmente, la distribución empezó a ser más homogénea en el segundo muestreo de nortes 2005.

En cuanto a los índices calculados por temporada (Tabla 21B), también se observó que al comenzar este estudio en secas 2004, las manadas estuvieron distribuidas heterogéneamente en la Laguna (ID=0.406 – Tabla 21B). Conforme fue avanzando el tiempo, la distribución de las manadas se hizo más homogénea hasta llegar a un mínimo en la temporada de nortes 2004 (ID=0.223 – Tabla 21B) y luego comenzó a ser menos homogénea hasta llegar a un máximo de 0.461 durante la temporada de nortes 2005 (Tabla 21B). En todos los casos, el índice observado por temporada fue menor que el observado por muestreo, lo cual indica que las distribuciones de delfines observadas en los muestreos no se parecen entre sí, haciendo que la distribución de delfines sea más homogénea cuando se juntan los muestreos por temporada. Es decir, donde se vieron delfines durante un muestreo probablemente no se vieron delfines durante el segundo muestreo de la misma temporada.

Para la comparación entre años, los valores del índice indican que la distribución de delfines durante el 2004 (Tabla 21C) fue más homogénea que durante 2005, aunque la diferencia no es tan marcada como la que se observó entre muestreos o temporadas.

## **6.4 Análisis de la distribución espacial**

### **6.4.1 Análisis para la división en 3 zonas**

No se encontraron diferencias significativas entre las varianzas del número de manadas y delfines encontrados en cada una de las zonas ni por muestreos ni por temporadas, pero sí por años (Tablas 22, 23 y 24). Existió una diferencia entre las varianzas del número de delfines avistados por año en las zonas 1 y 2 con respecto a la 3 (Tabla 24B). Esto se debe a que en las zonas 1 y 2 se vieron más delfines durante 2004 que en 2005, mientras que en la zona 3 se avistaron casi el mismo número de delfines en los dos años (Tabla 5).

Tabla 22. Valores de p para la prueba de F del número de manadas (A) y el número de delfines (B) avistados en las tres zonas en los 12 muestreos. Los valores menores a 0.05 están resaltados.

A			
Número de manadas			Prueba de F
Zona	1	2	3
1	1	0.08	0.07
2		1	0.95
3			1
B			
Número de delfines			
	1	2	3
1	1	0.38	0.14
2		1	0.13
3			1

Tabla 23. Valores de p para la prueba de F del número de manadas (A) y el número de delfines (B) avistados en las tres zonas en las 6 temporadas. Los valores menores a 0.05 están resaltados.

A			
Número de manadas			Prueba de F
Zona	1	2	3
1	1	0.16	0.31
2		1	0.68
3			1
B			
Número de delfines			
	1	2	3
1	1	0.31	0.32
2		1	0.87
3			1

Tabla 24. Valores de p para la prueba de F del número de manadas (A) y el número de delfines (B) avistados en las tres zonas en los 2 años. Los valores menores a 0.05 están resaltados.

A			
Número de manadas			Prueba de F
Zona	1	2	3
1	1	0.41	0.14
2		1	0.41
3			1
B			
Número de delfines			
	1	2	3
1	1	0.89	0.02
2		1	0.03
3			1

#### 6.4.2 Análisis para la división en 12 zonas

##### 6.4.2.1 Prueba de F

Los resultados de esta prueba para los datos de presencia/ausencia de delfines no fueron estadísticamente significativos (Tabla 25A). Al analizar los datos del número de manadas avistadas por muestreo, las zonas 1, 10 y 12 tuvieron una varianza significativamente diferente a todas las demás zonas (Tabla 25B). Estas zonas tuvieron varianzas pequeñas debido a que en las zonas 1 y 12 casi siempre se vieron manadas y aproximadamente en cantidades similares (Tabla 7A), mientras que en la zona 10 casi nunca se avistaron manadas, lo cual dio una varianza más pequeña que la observada para las otras zonas.

El análisis para el número de delfines por muestreo también mostró que la varianza de la zona 1 fue menor que en las zonas 2, 10, 11 y 12 (Tabla 25C), ya que constantemente se vieron una gran cantidad de delfines, mientras que en las otras zonas solamente se vieron delfines en algunas ocasiones, causando una varianza mayor. Las zonas 2, 10, 11 y 12 tuvieron una varianza distinta de la de las demás zonas (Tabla 25C). Las zonas 10 y 11 rara vez tuvieron delfines (Tablas 8A), entonces tuvieron una varianza grande, y la zona 12 mantuvo un número más o menos constante de delfines (Tabla 8A), lo cual dio una varianza más pequeña.

Por temporada, en cuanto al número de manadas avistadas, el patrón se mantuvo de manera similar al observado por muestreos, con la zona 1 teniendo una varianza significativamente distinta a la de la mayoría de los otros muestreos (varianza menor – Tabla 7B), al igual que las zonas 10 (varianza mayor por tener pocos avistamientos) y 12 (varianza menor) (Tabla 26B). Las zonas 6, 7 y 9 no presentaron varianzas significativamente distintas en el número de manadas con la zona 1 y la zona 10 no tuvo una varianza distinta a la de la zona 11 (Tabla 26B).

Para el número delfines por temporada (Tabla 26C), la zona 1 tuvo una varianza menor a la de las zonas 2, 11 y 12 (Tabla 8B). La zona 2 tuvo una varianza mayor a todas las zonas excepto la 10, 11 y 12. La zona 10 fue la que no presentó tantas diferencias como se encontraron por muestreo, ya que solamente tuvo una varianza diferente que la de las zonas 3 y 4. Las zonas 11 y 12 tuvieron una varianza mayor que la mayoría de las otras zonas (Tabla 8B). Que estas zonas tuvieran una varianza mayor indica que en alguna temporada hubo muchos delfines y en otras pocos o ninguno, es decir, la cantidad de delfines avistados en estas zonas no fue constante a través del tiempo.

En el análisis por año ya no se encontraron diferencias en la varianza en cuanto al número de manadas observadas. Para el número de delfines, la zona 2 fue la única que siguió teniendo una varianza suficientemente grande en el número de delfines (de 4.5) para ser significativamente diferente de la de las zonas 3, 5, 6 y 7 (Tablas 8C y 27C).

En resumen, la prueba de F para la distribución espacial utilizando 12 zonas dio resultados significativos para el análisis tanto por muestreo como por temporada y por año. Las zonas 1, 10 y 12 fueron las que tuvieron diferencias en el número de manadas tanto por muestreo como por temporada (Tablas 25B, 26B), mientras que las zonas 2, 10, 11 y 12 tuvieron diferencias en el número de delfines tanto por muestreo como por temporada (Tablas 25C, 26C). La zona 2 también tuvo diferencias por año en el número de delfines (Tabla 27C). Esto se puede deber a que la zona 1 se avistaron una gran cantidad de manadas durante los muestreos secas 2-04 y secas 1-05 (Tabla 7A), a que en las zonas 2 y 11 se vieron pocos delfines en todos los muestreos (Tablas 8A y B), a que en la zona 10 se vieron pocas manadas y delfines en todos los muestreos (Tablas 7A y B, 8A y B) y a que en la zona 12 se vieron un número más o menos constante de manadas y delfines en todos los muestreos y temporadas (Tablas 7A y B, 8A y B). La zona 2 tuvo diferencias por año probablemente debido a que se vio un número más o menos constante de delfines en los dos años (Tabla 8C).

Tabla 25. Valores de p para la prueba de F de presencia/ausencia (A), del número de manadas (B) y el número de delfines (C) avistados en las 12 zonas durante los 12 muestreos. Los valores menores a 0.05 están resaltados.

A Prueba de F Presencia/ausencia de delfines por muestreo												
ZONA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2		1	0.88	0.37	0.37	1.00	0.88	0.67	0.07	0.07	0.07	-
3			1	0.45	0.45	0.88	1.00	0.78	0.09	0.09	0.09	-
4				1	1.00	0.37	0.45	0.63	0.34	0.34	0.34	-
5					1	0.37	0.45	0.63	0.34	0.34	0.34	-
6						1	0.88	0.67	0.07	0.07	0.07	-
7							1	0.78	0.09	0.09	0.09	-
8								1	0.15	0.15	0.15	-
9									1	1.00	1.00	-
10										1	1.00	-
11											1	-
12												-

B Número de manadas observadas por muestreo												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
2		1.00	0.32	0.78	0.15	0.08	0.06	0.48	0.08	0.03	0.71	0.03
3			1.00	0.47	0.66	0.44	0.36	0.76	0.44	0.00	0.52	0.00
4				1.00	0.25	0.14	0.10	0.68	0.14	0.01	0.94	0.01
5					1.00	0.73	0.62	0.46	0.73	0.00	0.28	0.00
6						1.00	0.88	0.28	1.00	0.00	0.16	0.00
7							1.00	0.22	0.88	0.00	0.12	0.00
8								1.00	0.28	0.00	0.74	0.00
9									1.00	0.00	0.16	0.00
10										1.00	0.01	1.00
11											1.00	0.01
12												1.00

C Número de delfines observados por muestreo												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	0.00	0.20	0.37	0.87	0.13	0.44	0.65	0.43	0.03	0.00	0.00
2		1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.19	0.56
3			1	0.70	0.15	0.78	0.60	0.40	0.04	0.00	0.00	0.00
4				1	0.29	0.51	0.89	0.65	0.10	0.00	0.00	0.00
5					1	0.09	0.35	0.54	0.53	0.04	0.01	0.00
6						1	0.43	0.27	0.02	0.00	0.00	0.00
7							1	0.75	0.12	0.00	0.00	0.00
8								1	0.22	0.01	0.00	0.00
9									1	0.15	0.03	0.01
10										1	0.46	0.15
11											1	0.47
12												1

Tabla 26. Valores de p para la prueba de F de presencia/ausencia (A), del número de manadas (B) y el número de delfines (C) avistados en las 12 zonas durante las 6 temporadas. Los valores menores a 0.05 están resaltados.

A Prueba de F Presencia/ausencia de delfines por temporada												
ZONA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2		1	1.00	-	-	-	-	0.53	-	1.00	1.00	-
3			1	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	-	-	0.29
4				1	-	-	-	-	-	-	-	-
5					1	-	-	-	-	-	-	-
6						1	-	-	-	-	-	-
7							1	-	-	-	-	-
8								1	-	0.53	0.53	-
9									1	-	-	-
10										1	1.00	-
11											1	-
12												1

B Número de manadas observadas por temporada												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	0.01	0.03	0.03	0.03	0.15	0.13	0.03	0.27	0.00	0.01	0.00
2		1	0.63	0.58	0.63	0.18	0.21	0.59	0.10	0.10	0.94	0.10
3			1	0.95	1.00	0.38	0.43	0.96	0.23	0.04	0.68	0.04
4				1	0.95	0.42	0.47	0.99	0.25	0.03	0.63	0.03
5					1	0.38	0.43	0.96	0.23	0.04	0.68	0.04
6						1	0.93	0.41	0.72	0.01	0.21	0.01
7							1	0.46	0.65	0.01	0.24	0.01
8								1	0.24	0.03	0.64	0.03
9									1	0.00	0.11	0.00
10										1	0.08	1.00
11											1	0.08
12												1

C Número de delfines observados por temporada												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	0.00	0.38	0.80	0.78	0.94	0.98	0.79	0.67	0.07	0.02	0.01
2		1	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.20	0.44	0.72
3			1	0.52	0.25	0.34	0.39	0.25	0.20	0.01	0.00	0.00
4				1	0.59	0.75	0.83	0.60	0.50	0.04	0.01	0.01
5					1	0.83	0.75	0.99	0.89	0.11	0.04	0.02
6						1	0.92	0.84	0.73	0.08	0.03	0.01
7							1	0.76	0.65	0.06	0.02	0.01
8								1	0.88	0.11	0.04	0.02
9									1	0.14	0.05	0.02
10										1	0.60	0.35
11											1	0.68
12												1

Tabla 27. Valores de p para la prueba de F de presencia/ausencia (A), del número de manadas (B) y el número de delfines (C) avistados en las 12 zonas durante los 2 años. Los valores menores a 0.05 están resaltados.

A Prueba de F Presencia/ausencia de delfines por año												
ZONA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4				-	-	-	-	-	-	-	-	-
5					-	-	-	-	-	-	-	-
6						-	-	-	-	-	-	-
7							-	-	-	-	-	-
8								-	-	-	-	-
9									-	-	-	-
10										1	1.00	-
11											1	-
12												-

B Número de manadas observadas por año												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1.00	0.25	0.18	0.41	0.18	0.18	0.59	0.18	-	0.59	0.59
2		1	0.25	0.18	0.41	0.18	0.18	0.59	0.18	-	0.59	0.59
3			1	0.79	0.69	0.79	0.79	0.48	0.79	-	0.48	0.48
4				1	0.52	1.00	1.00	0.35	1.00	-	0.35	0.35
5					1	0.52	0.52	0.75	0.52	-	0.75	0.75
6						1	1.00	0.35	1.00	-	0.35	0.35
7							1	0.35	1.00	-	0.35	0.35
8								1	0.35	-	1.00	1.00
9									1	-	0.35	0.35
10										-	-	-
11											1	1.00
12												1

C Número de delfines observados por año												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	0.17	0.13	0.55	0.29	0.31	0.26	0.63	0.43	0.95	0.43	1.00
2		1	0.02	0.08	0.04	0.04	0.04	0.09	0.06	0.15	0.46	0.17
3			1	0.27	0.53	0.49	0.56	0.24	0.35	0.14	0.04	0.13
4				1	0.59	0.62	0.55	0.90	0.83	0.59	0.20	0.55
5					1	0.95	0.95	0.51	0.73	0.31	0.10	0.29
6						1	0.91	0.55	0.77	0.33	0.11	0.31
7							1	0.48	0.68	0.29	0.09	0.26
8								1	0.74	0.67	0.23	0.63
9									1	0.47	0.16	0.43
10										1	0.39	0.95
11											1	0.43
12												1

#### 6.4.2.2 Análisis de agrupamientos

Para poder hacer comparables los resultados de los distintos dendogramas se tomó una distancia de 3 para determinar el número de agrupamientos que se formaron de acuerdo al número de manadas y una distancia de 30 para el número de delfines. La descripción de estos agrupamientos se hace a continuación. Es importante mencionar que en la formación de los dendogramas no se tomaron en cuenta las zonas en las que no se tuvieron avistamientos, por lo que no se representan todas las zonas en todos los dendogramas.

El dendograma del número de manadas avistadas durante la temporada de secas 2004 (Fig. 10) mostró tres agrupamientos, la zona 1 se encontró sola, las zonas 2, 4, 5, 6, 8, 10 y 11 formaron otro agrupamiento y las zonas 7 y 9 formaron el tercer agrupamiento. La zona 1 incluye la Boca del Carmen y las zonas 7 y 9 incluyen la Boca de Puerto Real; estas zonas fueron donde más delfines se avistaron durante la temporada de secas 2004 (Tabla 9). El dendograma del número de manadas avistadas durante la temporada lluvias 2004 (Fig. 11) solamente mostró dos agrupamientos: nuevamente se encontró la zona 1 aislada de las demás zonas. La zona 1 fue donde más manadas se avistaron, mientras que las demás zonas tuvieron un número similar de manadas de acuerdo a este análisis (Tabla 9). Para la época de nortes 2004, la zona 1 también se separó de las demás zonas en el dendograma del número de manadas (Fig. 12). Las demás zonas nuevamente conformaron un solo agrupamiento.

Para el número de manadas observadas durante la temporada de secas 2005 (Fig. 13), la zona 1 se separó de las demás. Después se formaron dos agrupamientos más, la zona 6 que también se separó del resto de las zonas y las zonas 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9 y 12 formaron el otro agrupamiento. En las zonas 1 y 6 fue donde más manadas se encontraron, 19 en la zona 1 y 7 en la zona 6 (Tabla 7). La zona 1 fue la primera que se separó en el dendograma del número de manadas de lluvias 2005 (Fig.

14), mientras que las demás zonas formaron el segundo agrupamiento. Se vieron 9 manadas en la zona 1, mientras que solamente se vieron entre 1 y 3 manadas en el resto (Tabla 7). Durante la temporada de nortes 2005 (Fig. 15), la zona 1 se separó nuevamente, ya que se vieron 7 manadas, mientras que las zonas 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11 y 12 formaron un solo agrupamiento, ya que se vieron entre 1 y 3 manadas en estas zonas (Tabla 7).

La figura 16 se realizó utilizando los datos del número de manadas para todo 2004, es decir, los datos de la tabla 7C. Podemos ver que las distancias fueron pequeñas, con excepción de la zona 1 que se separó rápidamente del resto de las zonas. El dendograma resultante estuvo muy segmentado. Si tomamos la distancia de 3 que se utilizó para comparar los otros dendogramas, podemos ver que se formaron 5 agrupamientos, la zona 1 se encontró sola, al igual que la zona 9, ya que fueron las zonas donde se vieron más manadas. Las zonas 3, 4, 5 y 7 formaron otro agrupamiento porque contuvieron un número intermedio de manadas. Las zonas 2, 8, 10 y 11 formaron el cuarto agrupamiento, ya que solamente se vieron 6 avistamientos durante el año 2004 (Tabla 7C). Por último, se formó un agrupamiento más pequeño que contuvo a las zonas 6 y 12, donde se vieron pocos avistamientos (Tabla 7C).

Para hacer el dendograma de la figura 17 se utilizaron los datos para el número de manadas del 2005 (Tabla 8). Se pudo observar que, volviendo a tomar la distancia de tres para determinar los agrupamientos, se formaron 4 agrupamientos. La zona 1 se diferenció de las demás muy rápido y luego la zona 6. Ambas fueron las zonas donde más manadas se vieron. Después, se formó un agrupamiento con las zonas 5, 9 y 12, que son zonas donde se encontraron cantidades intermedias de manadas. Finalmente, el resto de las manadas formaron un solo agrupamiento.

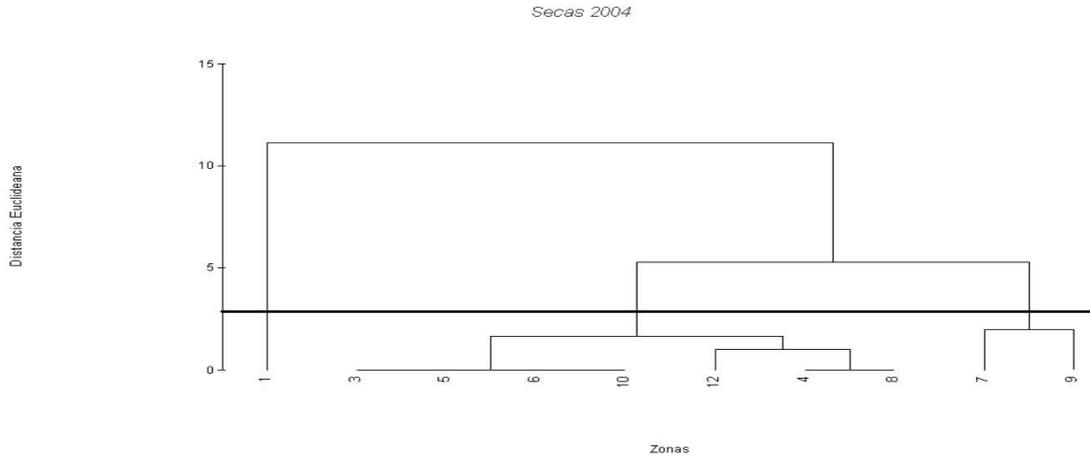


Figura 10. Dendrograma de las 12 zonas de acuerdo con el número de manadas avistadas durante la temporada secas 2004. Se excluyeron las zonas 2 y 11, ya que no hubo avistamientos en estas zonas.

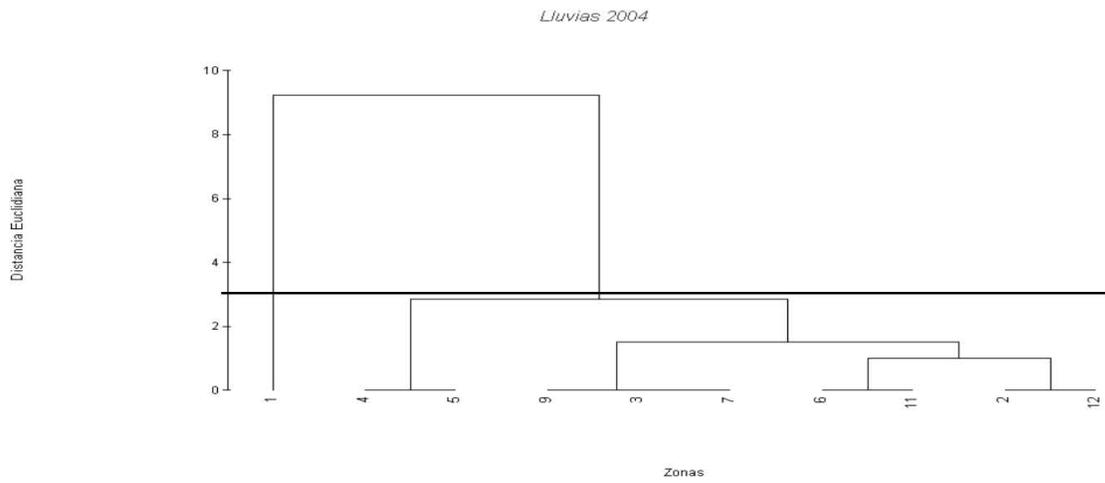


Figura 11. Dendrograma de las 12 zonas de acuerdo con el número de manadas avistadas durante la temporada lluvias 2004. Se excluyeron las zonas 8 y 10, ya que no hubo avistamientos en estas zonas

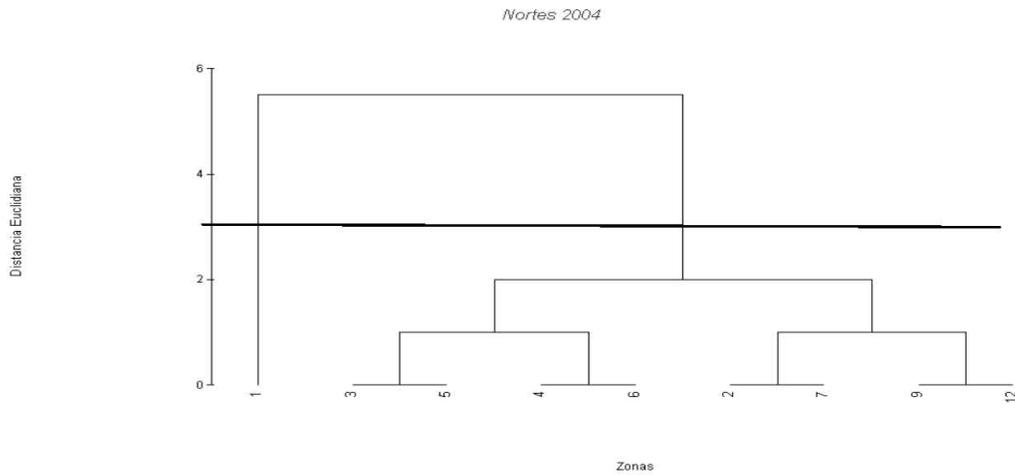


Figura 12. Dendrograma de las 12 zonas de acuerdo con el número de manadas avistadas durante la temporada nortes 2004. Se excluyeron las zonas 8, 10 y 11, ya que no hubo avistamientos en estas zonas.

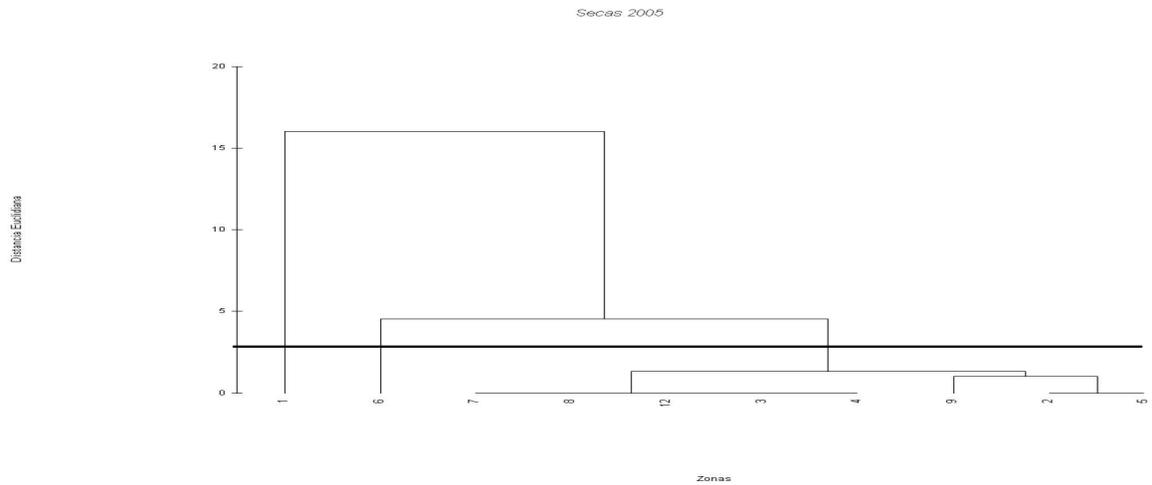


Figura 13. Dendrograma de las 12 zonas de acuerdo con el número de manadas avistadas durante la temporada secas 2005. Se excluyeron las zonas 10 y 11, ya que no hubo avistamientos en estas zonas.

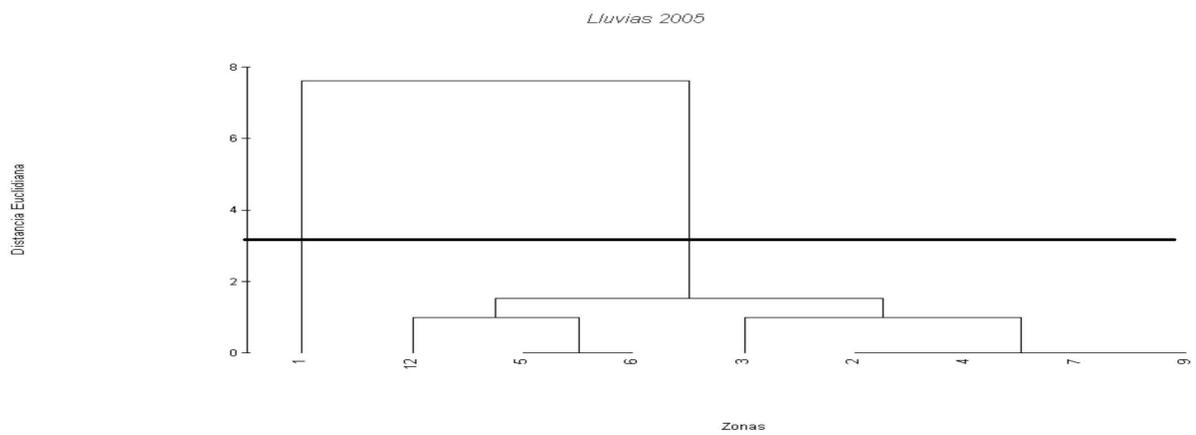


Figura 14. Dendrograma de las 12 zonas de acuerdo con el número de manadas avistadas durante la temporada lluvias 2005. Se excluyeron las zonas 8, 10 y 11, ya que no hubo avistamientos en estas zonas.

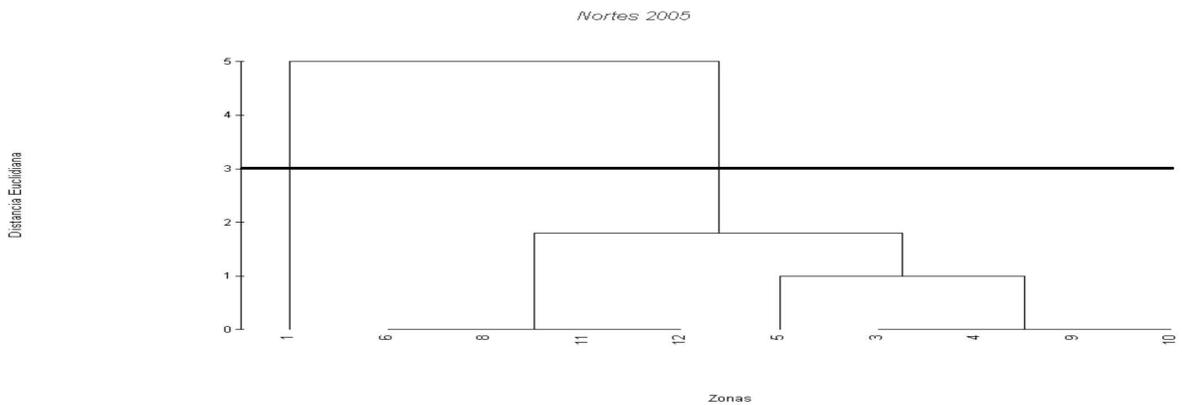


Figura 15. Dendrograma de las 12 zonas de acuerdo con el número de manadas avistadas durante la temporada nortes 2005. Se excluyeron las zonas 2 y 7, ya que no hubo avistamientos en estas zonas.

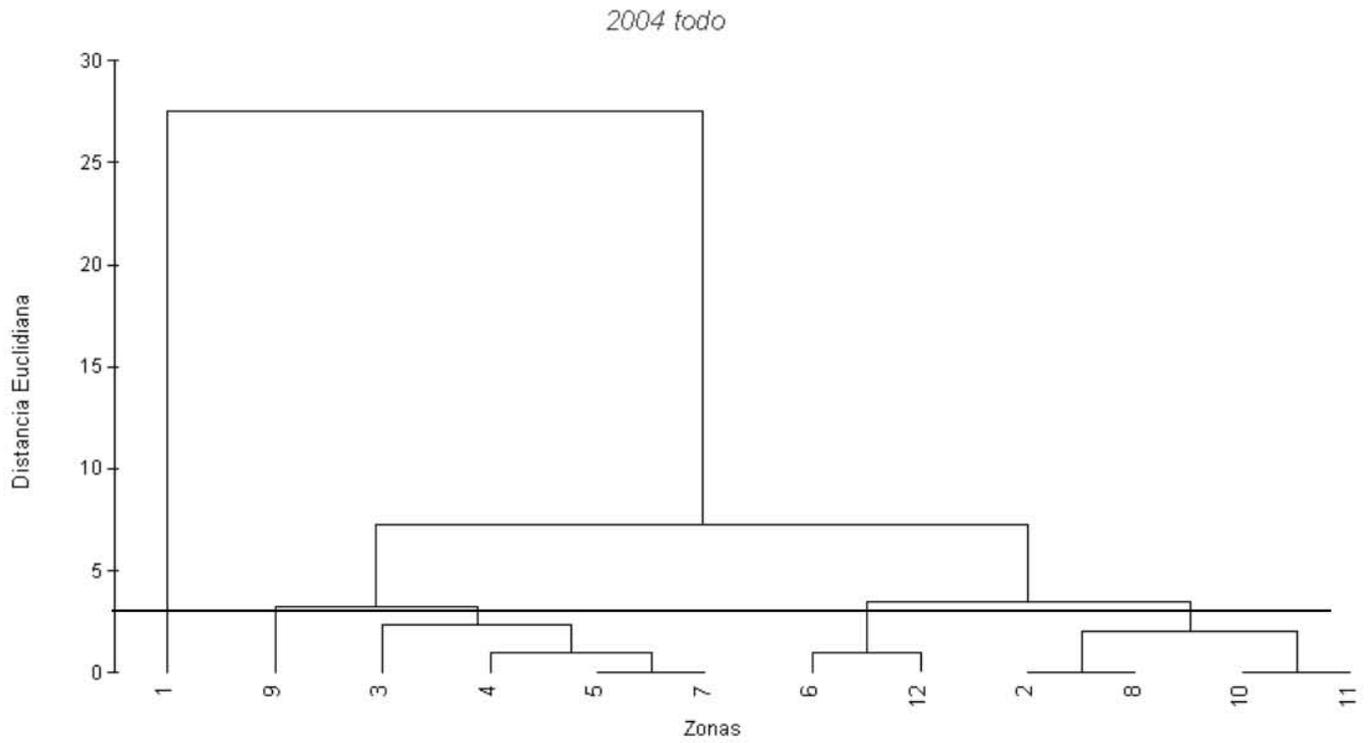


Figura 16. Dendrograma de las 12 zonas de acuerdo con el número de manadas avistadas durante 2004.

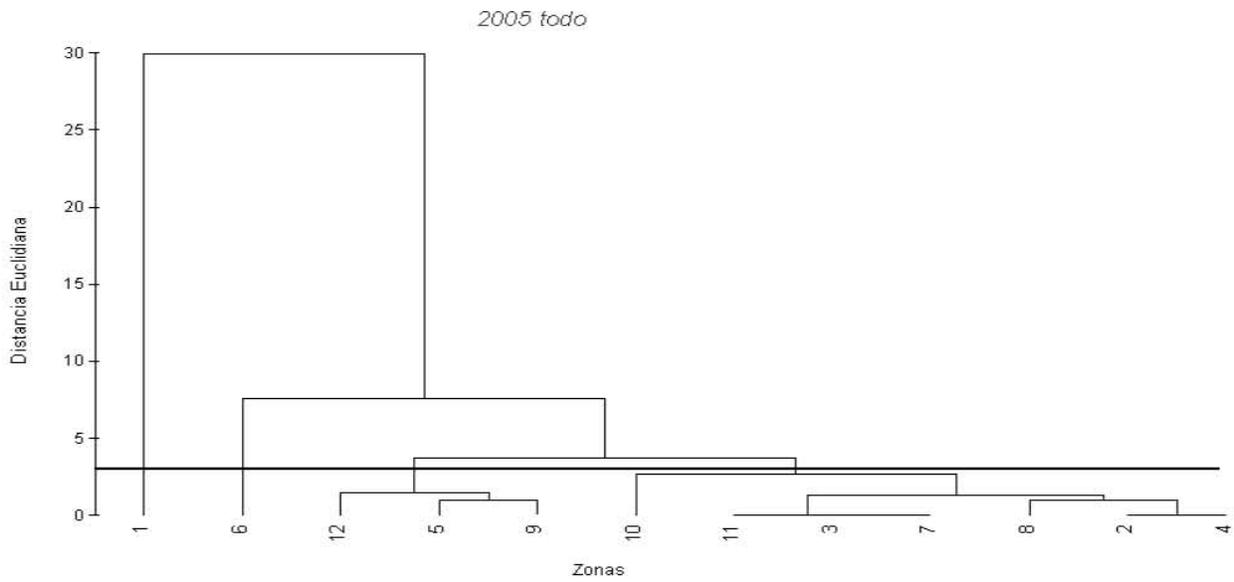


Figura 17. Dendrograma de las 12 zonas de acuerdo con el número de manadas avistadas durante 2005.

Por lo tanto, la zona 1 fue donde más manadas se observaron durante 2004 y, de acuerdo al análisis, el resto de la Laguna, exceptuando las zonas que no tuvieron avistamientos, presentaron números similares de manadas durante el 2004. Durante 2005, la zona 1 vuelve a destacarse como la zona donde ocurrieron más avistamientos, ya que en todas las temporadas de 2005 se separó de las demás zonas.

En general, se vieron menos manadas en 2005 (91) que en 2004 (105), pero la distribución se comportó de manera similar (Fig. 16 y 17). La temporada de secas presentó una mayor heterogeneidad en la distribución de las manadas, ya que en ambos años se observaron tres agrupaciones, aunque las zonas que se agruparon fueron diferentes.

Como ya se mencionó, para el análisis del número de delfines que se avistaron en cada zona se utilizó una distancia de 30 para diferenciar los agrupamientos y se eliminaron los datos para las temporadas donde no hubo avistamientos.

El dendograma para el número de delfines observados para la temporada de secas 2004 (Fig. 18) mostró dos grandes agrupamientos. En uno estuvieron las zonas 1, 7, 8 y 9 y en el otro las zonas 3, 4, 5, 6, 10 y 12. En el primer grupo se vieron una mayor cantidad de manadas (entre 72 y 95) que en el segundo (entre 10 y 40) (Tabla 8). Para la temporada de lluvias 2004 (Fig. 19) se formaron dos agrupamientos con el número de delfines avistados. Las zonas 1, 3 y 7, que fueron las zonas en las que más delfines se observaron, y el agrupamiento conformado por las zonas 2, 4, 6, 9, 11 y 12. Nuevamente, el primer agrupamiento tuvo más delfines (entre 72 y 85) que el segundo (entre 14 y 56 delfines). En la temporada de nortes 2004 (Fig. 20) se formaron 4 agrupamientos de acuerdo al número de delfines. En el primero estuvieron las zonas 2, 7 y 9, en el segundo las zonas 1 y 12, en el

tercero se encontró únicamente la zona 3 y en el último las zonas 4, 5 y 6. Los agrupamientos se formaron de acuerdo a las manadas que tenían más o menos delfines.

En la figura 21 se muestran los agrupamientos de las zonas de acuerdo al número de delfines observados durante la temporada de secas 2005. Se obtuvieron 3 agrupaciones. Por un lado se encontró la zona 1, luego las zonas 6, 7 y 8 y, por último, las zonas 2, 3, 4, 5, 9 y 12. En la zona 1 hubo considerablemente más manadas que en el resto de las zonas; le siguieron las zonas del segundo agrupamiento y por último el las zonas del tercer agrupamiento. Durante la temporada de lluvias 2005 (Fig. 22) se obtuvieron 3 agrupamientos con los datos del número de delfines. La zona 1 se agrupó con la 5 y la 12. Las zonas 2, 7 y 9 también se encontraron juntas, mientras que las zonas 4 y 6 formaron el tercer agrupamiento. En esta ocasión fueron las zonas 4 y 6 donde más delfines se observaron (superando los 100 individuos), mientras que en las zonas 2, 7 y 9 se vieron menos de 12 delfines. Los resultados para la temporada de nortes 2005 con el número de delfines (Fig. 23) la zona 6 volvió a ser muy diferente a las demás, ya que ahí fue donde más delfines se vieron. El resto de las zonas formaron un solo agrupamiento.

Utilizando los datos para el número de delfines de 2004 se obtuvo el dendograma de la figura 24. Se observaron 6 agrupamientos. La zona 8 se aisló de las demás. Las zonas 2, 10 y 11 formaron el segundo agrupamiento, en las cuales se avistaron entre 20 y 40 delfines (Tabla 8). El siguiente agrupamiento estuvo conformado por las zonas 9 y 12, que fueron zonas donde se vieron un número intermedio de delfines. Las zonas 4, 5 y 6 se agruparon porque en ellas se avistaron entre 153 y 192 delfines (Tabla 8C). El último agrupamiento se formó con las zonas 1 y 3, que fueron las zonas donde más delfines se avistaron durante 2004.

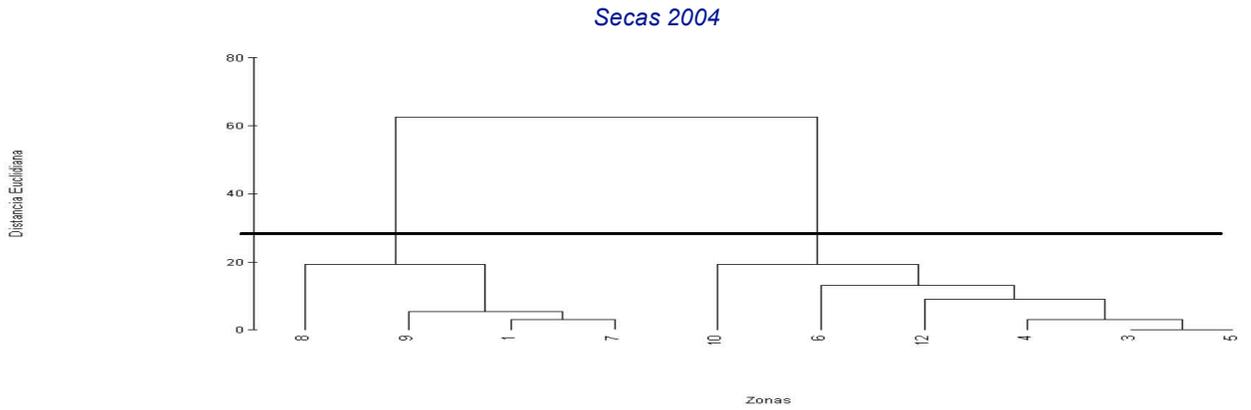


Figura 18. Dendrograma de las 12 zonas construido con el número de delfines avistados durante la temporada secas 2004. Se excluyeron las zonas 2 y 11, ya que no hubo avistamientos en estas zonas.

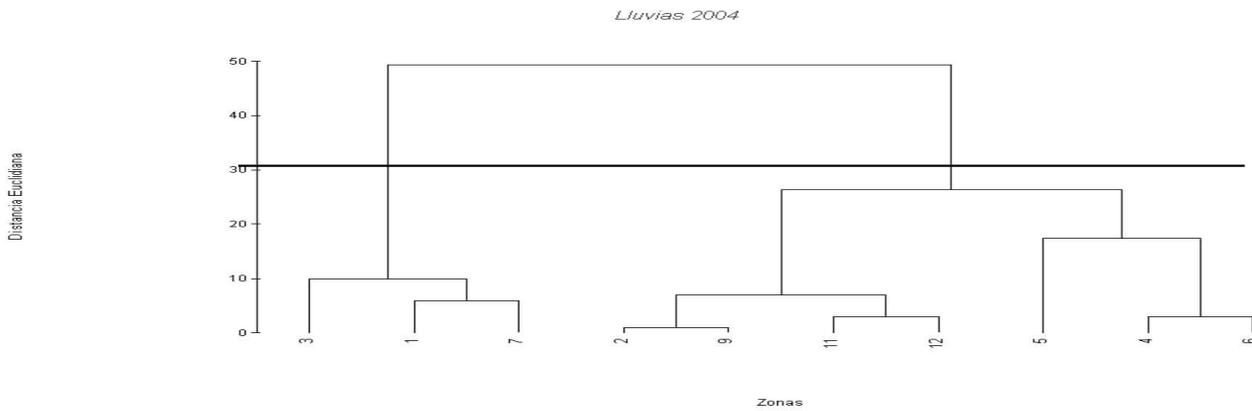


Figura 19. Dendrograma de las 12 zonas construido con el número de delfines avistados durante la temporada lluvias 2004. Se excluyeron las zonas 8 y 10, ya que no hubo avistamientos en estas zonas.



Figura 20. Dendrograma de las 12 zonas construido con el número de delfines avistados durante la temporada nortes 2004. Se excluyeron las zonas 8, 10 y 11, ya que no hubo avistamientos en estas zonas.

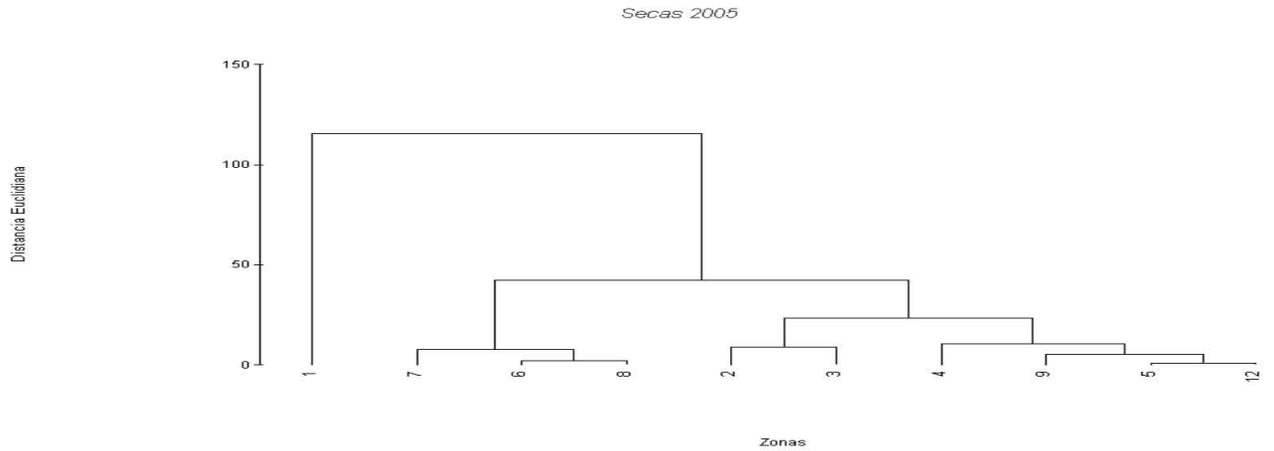


Figura 21. Dendrograma de las 12 zonas construido con el número de delfines avistados durante la temporada secas 2005. Se excluyeron las zonas 10 y 11, ya que no hubo avistamientos en estas zonas.

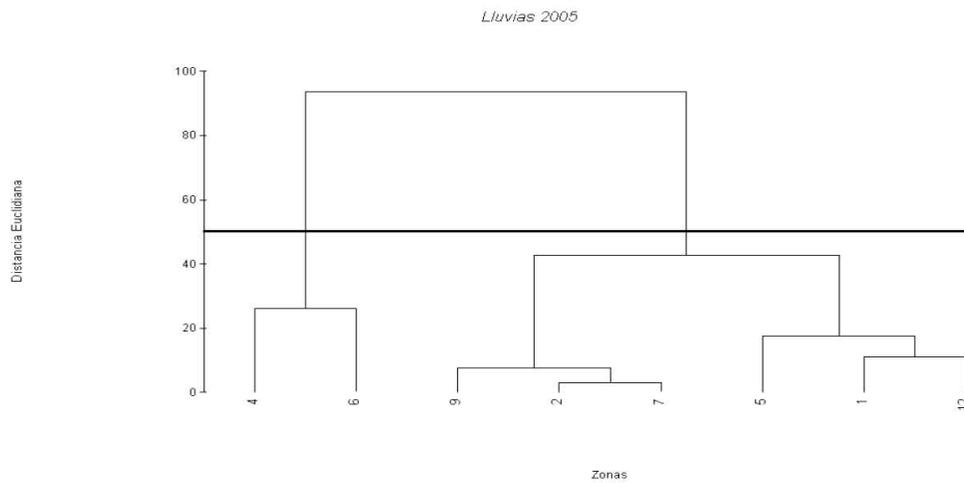


Figura 22. Dendrograma de las 12 zonas construido con el número de delfines avistados durante la temporada lluvias 2005. Se excluyeron las zonas 3, 8, 10 y 11, ya que no hubo avistamientos en estas zonas.



Figura 23. Dendrograma de las 12 zonas construido con el número de delfines avistados durante la temporada nortes 2005. Se excluyeron las zonas 2 y 7, ya que no hubo avistamientos en estas zonas.

El dendograma para el número de delfines avistados durante 2005 se presenta en la figura 25. En esta figura se observaron 4 agrupamientos. La zona 4 se encontró sola, ya que fue la tercera en cuanto a cantidad de delfines avistados. Le siguen las zonas 1 y 6, que son las zonas donde más delfines se vieron (Tabla 8). El siguiente agrupamiento abarcó las zonas 2, 3, 10 y 11, que fueron zonas donde menos manadas se vieron. Las zonas restantes formaron el último agrupamiento. En estas zonas se vieron un número intermedio de delfines.

Durante 2004 no existió un patrón claro en cuanto al número de delfines avistados en cada zona. Las zonas 7 y 9 se agruparon en dos ocasiones, al igual que las zonas 3, 4, 5 y 12. Para 2005 se pudo observar que las zonas 3, 4, 5 y 9 nuevamente se agruparon en la temporada de secas y en la temporada de nortes de acuerdo al número de delfines. Además, se observó que en las tres temporadas se encontraron agrupaciones pequeñas conformadas por una o dos zonas solamente. Esto ocurrió generalmente donde se vieron una gran cantidad de delfines, como la zona 6, que fue donde se vieron el mayor número de delfines.

En general, para los dos años, las zonas 3, 4, 5 y 12 se agruparon, lo cual indica que existieron condiciones ambientales similares en esas zonas, ya que contuvieron un número de delfines similar a lo largo de tiempo.

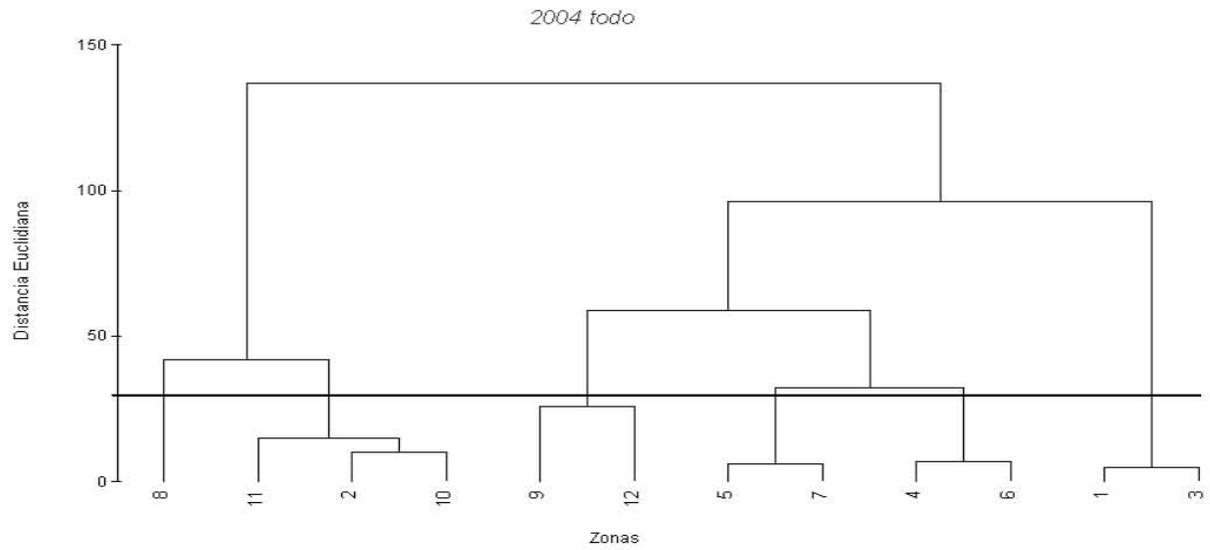


Figura 24. Dendrograma de las 12 zonas construido con el número de delfines avistados durante 2004.

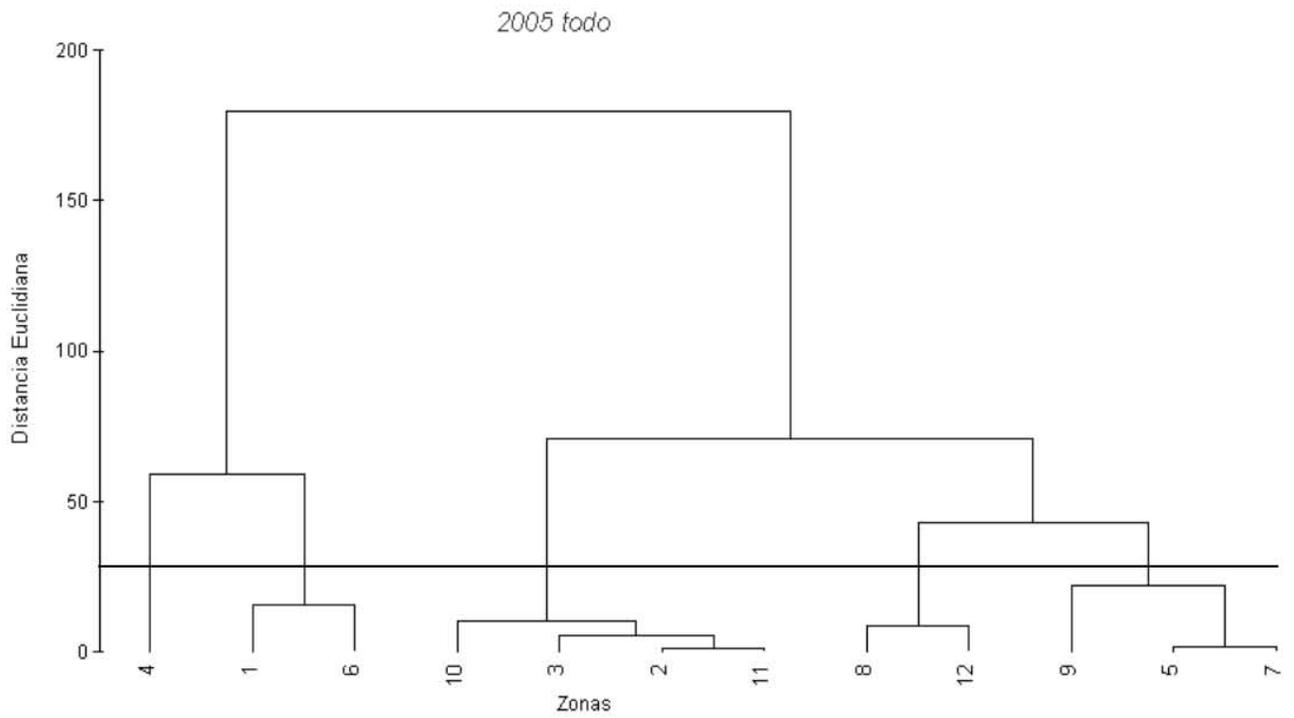


Figura 25. Dendrograma de las 12 zonas construido con el número de delfines avistados durante 2005.

## 6.5 Prueba de chi cuadrada ( $\chi^2$ )

La prueba de independencia se hizo con los datos tanto para 3 zonas como para 12 zonas utilizando tanto la presencia/ausencia de delfines como el número de manadas y de delfines. Cabe mencionar que para tres zonas no se hizo la prueba para la presencia ausencia de delfines debido a que no existió varianza en los datos, como ya se mencionó.

### 6.5.1 Prueba de $\chi^2$ para 3 zonas

Los resultados para la prueba de  $\chi^2$  para el número de manadas por muestreo se muestran en la tabla 28A. Esta prueba indica que la distribución a lo largo del tiempo se mantuvo constante de un muestreo a otro, ya que se obtuvo un valor de  $p = 0.262$  con 22 grados de libertad. En la tabla 28B se presentan los resultados de la prueba por temporada. Nuevamente, el valor de  $p=0.201$  para 10 grados de libertad indicó que la distribución también fue homogénea. En la tabla 28C se muestran los valores para la prueba por año. Como en los dos casos anteriores, la distribución de las manadas en tres zonas fue igual durante los dos años.

En cuanto al número de delfines, los resultados de la prueba de  $\chi^2$  fueron diferentes, ya que se obtuvieron valores de  $p$  mucho menores a 0.05, lo cual indica que la distribución de los delfines varió entre los diferentes muestreos (Tabla 29A), temporadas (Tabla 29B) y años (Tabla 29C). En la tabla 29 se puede observar que la zona 3 fue la que presentó la mayor diferencia con respecto a los valores esperados, mientras que fue el muestreo de secas 2-04 el que presentó la diferencia más grande. Con este análisis también se encontró que la zona 3 fue la que presentó la mayor divergencia en la distribución de delfines.

Tabla 28. Resultados de la prueba de  $\chi^2$  para el número de manadas observadas en las tres zonas durante los 12 muestreos (A), las 6 temporadas (B) y los dos años (C) de muestreo.

A				
Número de manadas				
Muestreo	1	2	3	Suma
Secas 1-04	0.40	0.00	0.93	<b>1.33</b>
Secas 2-04	0.09	0.40	1.15	<b>1.64</b>
Lluvias 1-04	0.62	0.66	0.12	<b>1.40</b>
Lluvias 2-04	0.00	0.93	1.04	<b>1.98</b>
Nortes 1-04	0.43	3.27	0.70	<b>4.40</b>
Nortes 2-04	1.51	1.42	0.39	<b>3.32</b>
Secas 1-05	0.25	0.03	0.32	<b>0.60</b>
Secas 2-05	0.00	1.34	1.42	<b>2.76</b>
Lluvias 1-05	0.39	0.54	0.03	<b>0.96</b>
Lluvias 2-05	0.12	0.07	0.07	<b>0.25</b>
Nortes 1-05	0.01	0.80	1.09	<b>1.91</b>
Nortes 2-05	1.88	0.05	3.27	<b>5.20</b>
Suma	<b>5.70</b>	<b>9.52</b>	<b>10.54</b>	
$\chi^2=25.76$ $gl=(12-1)*(3-1)=22$ $p=0.262$				

B				
Temporada	1	2	3	Suma
Secas 04	0.41	0.25	2.08	<b>2.74</b>
Lluvias 04	0.36	0.00	0.91	<b>1.27</b>
Nortes 04	0.13	0.26	1.08	<b>1.46</b>
Secas 05	0.16	0.37	1.44	<b>1.97</b>
Lluvias 05	0.09	0.20	0.00	<b>0.30</b>
Nortes 05	1.27	0.16	4.25	<b>5.68</b>
Suma	<b>2.42</b>	<b>1.25</b>	<b>9.75</b>	
$\chi^2=13.42$ $gl=(6-1)*(3-1)=10$ $p=0.201$				

C				
Año	1	2	3	Suma
2004	0.02	0.00	0.04	<b>0.07</b>
2005	0.03	0.00	0.05	<b>0.08</b>
Suma	<b>0.05</b>	<b>0.00</b>	<b>0.09</b>	
$\chi^2= 0.14$ $gl=(2-1)*(3-1)=2$ $p=0.931$				

Tabla 29. Resultados de la prueba de Chi cuadrada para el número de delfines observados en las tres zonas durante los 12 muestreos (A), las 6 temporadas (B) y los dos años (C) de muestreo..

A				
Número de delfines				
Muestreo	1	2	3	Suma
Secas 1-04	0.33	2.03	6.57	<b>8.94</b>
Secas 2-04	37.44	0.33	81.95	<b>119.73</b>
Lluvias 1-04	2.11	0.83	9.72	<b>12.66</b>
Lluvias 2-04	0.99	1.64	8.74	<b>11.36</b>
Nortes 1-04	1.77	31.05	26.58	<b>59.40</b>
Nortes 2-04	53.32	20.56	18.27	<b>92.16</b>
Secas 1-05	0.88	9.57	26.46	<b>36.91</b>
Secas 2-05	0.86	12.89	33.13	<b>46.88</b>
Lluvias 1-05	12.35	0.28	17.01	<b>29.64</b>
Lluvias 2-05	4.32	1.19	2.16	<b>7.67</b>
Nortes 1-05	0.79	5.57	17.34	<b>23.70</b>
Nortes 2-05	23.41	0.50	55.84	<b>79.75</b>
Suma	<b>138.58</b>	<b>86.44</b>	<b>303.78</b>	
$\chi^2=528.79$ $gl=(12-1)*(3-1)=22$ $p=7.13E-98$				

B				
Número de delfines				
Temporada	1	2	3	Suma
Secas 04	24.75	1.88	72.14	<b>98.77</b>
Lluvias 04	3.08	2.30	18.35	<b>23.72</b>
Nortes 04	16.02	0.97	44.70	<b>61.70</b>
Secas 05	0.00	0.13	0.19	<b>0.32</b>
Lluvias 05	4.58	0.00	8.78	<b>13.36</b>
Nortes 05	17.72	4.39	69.77	<b>91.87</b>
Suma	<b>66.15</b>	<b>9.67</b>	<b>213.93</b>	
$\chi^2=289.75$ $gl=(6-1)*(3-1)=10$ $p=2.28E-56$				

C				
Número de delfines				
Año	1	2	3	Suma
2004	0.53	0.45	3.34	<b>4.31</b>
2005	0.65	0.55	4.09	<b>5.29</b>
Suma	<b>1.17</b>	<b>1.00</b>	<b>7.43</b>	
$\chi^2= 9.60$ $gl=(2-1)*(3-1)=2$ $p=0.008$				

### 6.5.2 Prueba de $\chi^2$ para 12 zonas

Los resultados de la prueba de  $\chi^2$  para la presencia/ausencia de manadas, el número de manadas y el número de delfines avistados para 12 zonas se muestran en las tablas 30, 31 y 32 respectivamente. Se presentó un patrón similar a lo que se observó en el análisis para 3 zonas. Los resultados para la presencia/ausencia de delfines y el manadas no fueron significativos, con excepción de los datos por muestreo para el número de manadas ( $p = 0.046$ , 11 gl.; Tabla 31). Los muestreos secas 1-04, secas 2-04 y nortes 2-05 fueron los que presentaron diferencias más grandes en el número de manadas, así como las zonas 5, 7 y 11. En la zona 11 casi no ocurrieron avistamientos.

Los datos para el número de delfines dieron valores de  $p < 0.001$ , por lo que nuevamente se concluyó que el número de delfines no fue homogéneo a lo largo del tiempo. Los muestreos secas 2-04, nortes 2-04, lluvias 1-05 y nortes 2-05 fueron los muestreos con la distribución menos homogénea. Las zonas 3, 7 y 8 presentaron la distribución menos homogénea al comparar los 12 muestreos. La prueba por temporada dio casi los mismos resultados que la prueba por muestreo. Las temporadas secas 04, nortes 04 y lluvias 05 fueron las temporadas con las diferencias más grandes y por lo tanto las distribuciones más heterogéneas. Al analizar los datos por temporada, ya no se encontraron diferencias para la temporada nortes 05. Por temporada, las zonas 3 y 8 fueron las que presentaron las diferencias más grandes de acuerdo al número de delfines (Tabla 32). En el análisis por año, fue 2005 cuando se presentó la diferencia más grande en el número de delfines y la zona 3 repitió como la zona con una distribución más heterogénea (Tabla 32).

En resumen, de acuerdo a los resultados la prueba de  $\chi^2$ , el número delfines no se distribuyó de forma homogénea a lo largo de la Laguna de Términos conforme avanzó el tiempo, pero el número de manadas las manadas sí.

Tabla 30. Resultados de la prueba de  $\chi^2$  para la presencia/ausencia de manadas avistadas en las doce zonas durante los 12 muestreos (A), las 6 temporadas (B) y los dos años (C) de muestreo.

A													
Presencia/Ausencia													
Muestreo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Suma
Secas 1-04	0.00	0.54	0.23	0.06	0.78	0.38	0.23	0.23	0.02	0.08	0.08	0.00	<b>2.65</b>
Secas 2-04	0.00	0.62	0.71	0.01	0.01	0.62	0.12	2.02	0.00	9.34	0.09	0.00	<b>13.55</b>
Lluvias 1-04	0.08	0.06	0.01	0.01	0.01	0.06	0.01	0.33	0.04	0.11	7.11	0.08	<b>7.94</b>
Lluvias 2-04	0.05	0.47	0.53	0.17	0.17	0.47	0.41	0.20	0.10	0.07	0.07	0.05	<b>2.74</b>
Nortes 1-04	0.00	0.62	0.12	0.01	0.01	0.23	0.12	0.27	0.00	0.09	0.09	0.00	<b>1.57</b>
Nortes 2-04	0.00	0.38	0.23	0.06	0.06	0.54	0.62	0.23	0.02	0.08	0.08	0.00	<b>2.33</b>
Secas 1-05	0.08	0.06	0.01	0.01	0.01	0.06	0.01	1.33	0.04	0.11	0.11	0.08	<b>1.94</b>
Secas 2-05	0.00	0.23	0.12	0.89	0.01	0.23	0.71	2.02	0.00	0.09	0.09	0.00	<b>4.39</b>
Lluvias 1-05	0.05	0.61	0.53	0.17	0.67	0.61	0.41	0.20	0.73	0.07	0.07	0.05	<b>4.16</b>
Lluvias 2-05	0.17	0.96	0.44	0.56	0.36	0.39	0.44	0.17	0.25	0.06	0.06	0.17	<b>4.01</b>
Nortes 1-05	0.00	0.62	0.12	0.01	0.01	0.23	0.12	0.27	0.00	0.09	0.09	0.00	<b>1.57</b>
Nortes 2-05	0.00	0.38	0.23	0.06	0.06	0.54	0.62	0.23	0.02	0.08	0.08	0.00	<b>2.33</b>
Suma	<b>0.46</b>	<b>5.57</b>	<b>3.29</b>	<b>2.03</b>	<b>2.17</b>	<b>4.37</b>	<b>3.83</b>	<b>7.50</b>	<b>1.23</b>	<b>10.25</b>	<b>8.00</b>	<b>0.46</b>	
$\chi^2= 49.17$ $gl=(12-1*12-1)=121$ $p= 1.00$													

B													
Presencia/Ausencia													
Temporada	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Suma
Secas 04	0.00	0.88	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43	0.00	3.88	0.18	0.00	<b>5.39</b>
Lluvias 04	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53	0.00	0.18	3.88	0.00	<b>4.63</b>
Nortes 04	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43	0.00	0.18	0.18	0.00	<b>0.83</b>
Secas 05	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43	0.00	0.18	0.18	0.00	<b>0.83</b>
Lluvias 05	0.03	0.13	0.70	0.03	0.03	0.03	0.03	0.42	0.03	0.14	0.14	0.03	<b>1.74</b>
Nortes 05	0.00	0.06	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.47	0.00	0.16	0.16	0.00	<b>0.92</b>
Suma	<b>0.04</b>	<b>1.11</b>	<b>0.83</b>	<b>0.04</b>	<b>0.04</b>	<b>0.04</b>	<b>0.04</b>	<b>2.70</b>	<b>0.04</b>	<b>4.70</b>	<b>4.70</b>	<b>0.04</b>	
$\chi^2= 14.34$ $gl=(12-1*6-1)=55$ $p= 1.00$													

C													
Presencia/Ausencia													
Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Suma
2004	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.38	0.38	0.01	<b>0.83</b>
2005	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.45	0.45	0.01	<b>1.00</b>
Suma	<b>0.02</b>	<b>0.83</b>	<b>0.83</b>	<b>0.02</b>									
$\chi^2= 1.83$ $gl=(12-1*2-1)=11$ $p= 0.999$													

Tabla 31. Resultados de la prueba de Chi cuadrada para el número de manadas avistadas en las doce zonas durante los 12 muestreos (A), las 6 temporadas (B) y los dos años (C) de muestreo.

A													
Número de manadas													
Muestreo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Suma
Secas 1-04	0.66	0.61	0.00	0.38	1.47	0.15	13.30	0.69	1.11	0.17	0.35	0.04	<b>18.93</b>
Secas 2-04	0.45	0.82	1.29	0.33	0.50	1.99	0.18	4.53	3.44	2.50	0.47	0.25	<b>16.74</b>
Lluvias 1-04	0.15	2.31	3.14	0.14	0.31	0.31	0.08	0.82	0.00	0.20	0.86	0.13	<b>8.46</b>
Lluvias 2-04	0.00	0.61	0.95	2.22	4.33	1.47	0.68	0.69	0.25	0.17	0.35	0.04	<b>11.76</b>
Nortes 1-04	0.98	0.54	0.03	0.63	2.22	2.22	0.00	0.61	0.14	0.15	0.31	0.00	<b>7.84</b>
Nortes 2-04	0.04	0.62	7.07	0.00	0.01	1.13	0.86	0.53	0.05	0.13	0.27	0.01	<b>10.71</b>
Secas 1-05	1.29	1.11	0.18	0.55	0.77	0.18	0.02	0.01	0.15	0.28	0.55	0.45	<b>5.53</b>
Secas 2-05	0.07	0.15	0.00	0.14	0.08	3.36	1.26	0.06	0.01	0.19	0.39	0.09	<b>5.82</b>
Lluvias 1-05	0.87	0.50	0.79	0.00	1.21	0.51	0.01	0.57	1.36	0.14	0.29	1.00	<b>7.25</b>
Lluvias 2-05	0.01	0.21	0.34	0.46	4.21	0.52	0.40	0.24	0.30	0.06	0.12	0.76	<b>7.63</b>
Nortes 1-05	0.00	0.39	0.62	0.03	0.95	0.00	0.73	0.68	0.00	7.02	0.22	1.88	<b>12.53</b>
Nortes 2-05	0.75	0.50	0.06	1.07	0.51	0.51	0.93	3.57	1.36	0.14	25.79	0.00	<b>35.19</b>
<b>Suma</b>	<b>5.27</b>	<b>8.38</b>	<b>14.46</b>	<b>5.96</b>	<b>16.57</b>	<b>12.36</b>	<b>18.44</b>	<b>13.01</b>	<b>8.18</b>	<b>11.17</b>	<b>29.95</b>	<b>4.65</b>	<b>148.40</b>
$\chi^2= 148.40$ $gl=(12-1*12-1)=121$ $p= 0.046$													

B													
Número de manadas													
Temporada	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Suma
Secas 04	0.00	1.43	0.69	0.00	1.76	1.76	4.22	1.15	4.38	0.86	0.82	0.26	<b>17.32</b>
Lluvias 04	0.08	0.35	0.41	1.66	1.00	1.52	0.12	1.51	0.10	0.38	0.08	0.16	<b>7.36</b>
Nortes 04	0.35	0.00	3.75	0.34	1.02	0.13	0.40	1.14	0.19	0.29	0.57	0.00	<b>8.18</b>
Secas 05	0.49	1.12	0.13	0.66	0.25	2.27	0.36	0.01	0.05	0.47	0.94	0.50	<b>7.24</b>
Lluvias 05	0.55	0.11	1.12	0.18	0.04	0.04	0.08	0.82	0.45	0.20	0.41	1.73	<b>5.74</b>
Nortes 05	0.37	0.89	0.12	0.44	0.01	0.32	1.66	3.84	0.84	2.18	12.15	0.83	<b>23.63</b>
<b>Suma</b>	<b>1.83</b>	<b>3.91</b>	<b>6.22</b>	<b>3.28</b>	<b>4.07</b>	<b>6.04</b>	<b>6.84</b>	<b>8.46</b>	<b>6.00</b>	<b>4.37</b>	<b>14.96</b>	<b>3.47</b>	
$\chi^2= 69.47$ $gl=(12-1*6-1)=55$ $p= 0.091$													

C													
Número de manadas													
Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Suma
2004	0.24	0.15	0.75	1.09	0.09	1.85	1.32	0.39	0.78	0.00	0.61	0.30	<b>7.58</b>
2005	0.27	0.17	0.87	1.26	0.10	2.14	1.53	0.45	0.90	0.01	0.70	0.35	<b>8.75</b>
<b>Suma</b>	<b>0.51</b>	<b>0.32</b>	<b>1.62</b>	<b>2.36</b>	<b>0.19</b>	<b>3.99</b>	<b>2.85</b>	<b>0.83</b>	<b>1.68</b>	<b>0.01</b>	<b>1.31</b>	<b>0.65</b>	
$\chi^2= 16.33$ $gl=(12-1*2-1)=11$ $p= 0.129$													

Tabla 32. Resultados de la prueba de Chi cuadrada para el número de delfines avistados en las doce zonas durante los 12 muestreos (A), las 6 temporadas (B) y los dos años (C) de muestreo..

A													
Número de delfines													
Muestreo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Suma
Secas 1-04	1.93	4.23	0.01	3.37	20.13	14.00	135.35	13.89	10.20	4.08	3.56	0.65	<b>211.39</b>
Secas 2-04	0.67	5.49	26.37	23.31	1.42	39.84	4.97	162.06	141.95	227.59	4.62	6.27	<b>644.54</b>
Lluvias 1-04	10.05	17.85	85.40	10.95	19.49	0.07	46.65	17.34	5.18	5.10	54.30	7.94	<b>280.33</b>
Lluvias 2-04	23.89	3.48	16.72	0.08	80.41	25.26	0.29	11.41	2.65	3.36	2.93	0.12	<b>170.59</b>
Nortes 1-04	20.35	6.92	8.44	2.22	8.91	71.11	2.10	22.69	17.33	6.67	5.82	0.27	<b>172.83</b>
Nortes 2-04	2.00	13.49	228.23	0.17	34.69	43.59	28.96	19.69	1.21	5.79	5.05	1.37	<b>384.25</b>
Secas 1-05	41.23	1.68	24.33	9.47	18.77	1.35	94.54	17.29	1.59	5.66	4.94	0.43	<b>221.26</b>
Secas 2-05	2.28	7.16	10.82	0.78	0.65	0.22	27.23	143.13	0.39	5.45	4.75	2.38	<b>205.24</b>
Lluvias 1-05	0.26	0.00	29.04	179.34	28.73	96.63	23.46	19.82	20.03	5.83	5.09	3.28	<b>411.52</b>
Lluvias 2-05	4.87	2.19	10.51	0.13	73.32	15.88	10.55	7.17	3.11	2.11	1.84	80.58	<b>212.26</b>
Nortes 1-05	0.89	2.58	12.42	0.92	12.28	6.73	12.47	0.27	0.02	62.74	2.18	5.97	<b>119.48</b>
Nortes 2-05	3.88	3.28	2.11	20.48	1.35	13.88	15.82	50.21	10.87	3.16	230.66	5.01	<b>360.73</b>
<b>Suma</b>	<b>112.30</b>	<b>68.33</b>	<b>454.39</b>	<b>251.23</b>	<b>300.15</b>	<b>328.55</b>	<b>402.38</b>	<b>484.98</b>	<b>214.54</b>	<b>337.54</b>	<b>325.75</b>	<b>114.26</b>	
$\chi^2= 3394.41$ $gl= (12-1*12-1)=121$ $p= 0.000E+00$													

B													
Número de delfines													
Temporada	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Suma
Secas 04	0.09	9.72	15.28	23.41	14.86	52.00	36.05	50.47	122.29	100.00	8.18	1.82	<b>434.18</b>
Lluvias 04	0.38	4.44	21.17	5.75	4.93	8.79	31.88	28.75	7.81	8.46	21.58	3.89	<b>147.82</b>
Nortes 04	18.19	0.34	154.34	1.88	38.43	2.79	22.35	42.38	14.40	12.47	10.88	0.18	<b>318.62</b>
Secas 05	31.82	7.83	33.92	7.93	6.40	1.34	10.80	29.28	0.21	11.10	9.69	2.39	<b>152.71</b>
Lluvias 05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>0.00</b>
Nortes 05	0.09	9.72	15.28	23.41	14.86	52.00	36.05	50.47	122.29	100.00	8.18	1.82	<b>434.18</b>
<b>Suma</b>	<b>50.58</b>	<b>32.04</b>	<b>240.00</b>	<b>62.39</b>	<b>79.48</b>	<b>116.93</b>	<b>137.12</b>	<b>201.36</b>	<b>266.99</b>	<b>232.02</b>	<b>58.51</b>	<b>10.10</b>	
$\chi^2= 1487.52$ $gl= (12-1*6-1)=55$ $p= 2.78E-303$													

C													
Número de delfines													
Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Suma
2004	5.02	0.06	67.65	9.48	9.02	20.32	10.83	9.34	5.03	3.11	1.57	4.25	<b>145.68</b>
2005	6.16	0.08	82.98	11.63	11.07	24.93	13.28	11.46	6.17	3.81	1.93	5.21	<b>178.70</b>
<b>Suma</b>	<b>11.18</b>	<b>0.14</b>	<b>150.63</b>	<b>21.11</b>	<b>20.09</b>	<b>45.24</b>	<b>24.11</b>	<b>20.80</b>	<b>11.19</b>	<b>6.91</b>	<b>3.50</b>	<b>9.46</b>	
$\chi^2= 324.38$ $gl= (12-1*2-1)=11$ $p= 6.31E-63$													

## 7. Discusión

### 7.1 Análisis temporal

Las pruebas realizadas utilizando los datos para tres zonas solamente dieron resultados significativos para los diferentes muestreos, tanto para el número de manadas como para el número de delfines (Tablas 4 y 5), pero no por temporada ni por año. Esto indica que la distribución fue similar a lo largo de las temporadas y entre diferentes años. Por lo tanto, las diferencias observadas para los muestreos en las tres zonas se pueden deber a la forma en que se realizó el muestreo, ya que es imposible recorrer toda la Laguna en un solo día, por lo que los delfines y las manadas pueden moverse a lo largo de la Laguna. Probablemente, una vez que los datos se agruparon por temporada estas anomalías desaparecieron.

Cuando se hicieron las pruebas utilizando la información para 12 zonas se obtuvo información más detallada. Se observó que la temporada de secas tuvo una distribución distinta a la de las demás temporadas. Esto se pudo ver por las diferencias que se presentaron en cuanto a la varianza en el número de manadas avistadas (Prueba de F - Tabla 13B), las distancias obtenidas con el índice de distancia durante 2004 (Tabla 21B) y la comparación entre temporadas de 2005 (prueba de Friedman – Tabla 18). Tanto la prueba de F como el índice de distancia indicaron que se vieron una gran cantidad de manadas durante la temporada de secas, aunque muy aglomeradas en ciertas regiones de la Laguna (por lo que se obtuvo una varianza alta y distancias “grandes” entre avistamientos). La prueba de Friedman arrojó un resultado muy cercano al 0.05 de rechazo (Tabla 18), por lo que también es posible considerar que durante la temporada de secas de 2005 se avistaron un mayor número manadas que en las otras dos temporadas de ese mismo año (Tabla 7B).

Los resultados obtenidos en este trabajo no se pueden comparar fácilmente con los de otros trabajos debido a que generalmente no se utilizan datos del número de manadas o delfines avistados *per se*, si no más bien se utilizan datos del número de delfines avistados estandarizados de acuerdo al esfuerzo por hora, por día o por temporada o el número expresado en medidas de densidad, cuyos resultados se discutirán a continuación.

La prueba de F para el número de delfines avistados dio resultados contrastantes con respecto a los obtenidos para el número de manadas, ya que fueron tanto los muestreos como la temporada de nortes de 2005 los únicos que presentaron una diferencia significativa con respecto a los demás muestreos y temporadas (Tablas 12C y 13C). Esta temporada fue cuando menos delfines se avistaron durante los dos años de trabajo, lo cual se puede deber a que los huracanes Stan y Wilma azotaron la Península de Yucatán en octubre de 2005, además de los efectos del huracán Emily en julio, fenómenos naturales que afectaron la península de Yucatán con fuertes vientos y lluvias. Los resultados de las pruebas de Wilcoxon y Friedman no fueron significativos para el número de delfines avistados (Tablas 16, 19 y 20). Sin embargo, analizando los datos podemos observar que durante la temporada de nortes 2004 se avistaron la mayor cantidad de delfines de todo el estudio. El panorama cambió para el año siguiente 2005, dado que fue la temporada de secas cuando se avistaron más delfines. Esto coincide con los resultados obtenidos por López Hernández (1997) en Tabasco y Reza García (2001) en Sinaloa, sin embargo no coincide con lo observado por Delgado Estrella (2002). Cabe resaltar que utilizando la prueba de Chi cuadrada se encontró que la distribución del número de delfines no fue homogénea entre temporadas (Tabla 32). La temporada de secas fue la que presentó la mayor diferencia, dado que fue la temporada cuando se vieron más delfines (Tabla 8). De manera similar, la temporada de nortes presentó diferencias grandes porque se vieron muchos delfines durante 2004 y pocos delfines durante 2005. Dado que el estudio de Delgado Estrella (2002) fue

llevado a cabo en la Laguna de Términos, sería importante intentar encontrar las causas de estas diferencias. Por el momento, podemos pensar que una de las causas de estas diferencias es la temporada de huracanes que afectó las costas del Golfo de México durante 2005. Esto pudo incidir directamente en las condiciones ambientales de la Laguna debido a la descarga de los ríos que desembocan en esta Laguna, lo cual pudo afectar la salinidad del agua, causando la mortandad y movimiento de las presas hacia afuera de la Laguna, por lo que los delfines tuvieron que mantenerse en mar abierto y no entrar a la Laguna. Otra causa pudo ser que se observaron diversas actividades antropogénicas que comenzaron a finales de 2004 y no habían ocurrido previamente (Bazúa Durán, 2006 comun. pers.).

Así, la distribución temporal de los delfines cambió de muestreo a muestreo y de temporada en temporada. Al comparar entre muestreos, no existió un cambio gradual ni en el número de manadas avistadas ni en el número de delfines encontrados, indicando que dos muestreos consecutivos fueron muy distintos entre sí en cuanto al número de manadas y número de delfines avistados. Esto se puede deber al método de muestreo, ya que no fue posible recorrer la Laguna en menos de 4 días, por lo que una manada ya cuantificada puede haberse movido hacia una zona que todavía no había sido muestreada y, por ende, se contó dos veces. Sin embargo, cuando se vieron manadas muy grandes, estas fueron reavistadas durante el segundo muestreo de la temporada en la misma zona donde habían sido vistas el muestreo anterior. Esto indica que probablemente los delfines no se muevan mucho dentro de la Laguna en los 3 a 5 días que transcurrieron entre muestreos. Para poder corroborar esta hipótesis es necesario identificar a los delfines de cada manada (avistamiento) para determinar si son o no los mismos individuos observados en manadas anteriores.

## 7.2 Análisis espacial

Para el análisis espacial se utilizaron las divisiones en 3 y 12 zonas, donde cada una de las 3 zonas abarcó más de tres de cada una de las 12 zonas utilizadas en el análisis subsecuente. Como se puede ver en las figuras 4 – 9, la zona 1 abarcó las zonas 1 a la 4 del análisis por 12 zonas, la zona 2 abarcó las zonas 5, 6 y 8, además de aproximadamente la mitad de la zona 7, y la zona 3 estuvo conformada por las zonas 9, 10, 11 y 12, como también por la fracción restante de la zona 7.

La prueba de F para 3 zonas dio resultados significativos cuando se utilizaron los datos para el número de delfines por año. La zona 3 tuvo una varianza menor en el número de delfines que las otras dos zonas (Tabla 24B) debido a que se avistaron un número muy similar de delfines durante los dos años (Tabla 5). Esta diferencia se puede deber a que las condiciones dentro de la Laguna durante 2005 no fueron favorables para que los delfines entraran a esta debido a los cambios ambientales y a diversas actividades antropogénicas, como ya se mencionó. Además, Delgado Estrella (1991) reporta que la boca de Puerto Real (zona 3) es utilizada más como zona de alimentación y tránsito, por lo que si las condiciones ambientales no eran favorables, es probable que no se encontraran delfines tratando de entrar a la Laguna. Nuevamente, la división en 3 zonas no ofreció mucha información acerca de la distribución de estos organismos en la Laguna, pero una división con zonas más pequeñas (12 zonas) sí permitió una visión más detallada de las preferencias de éstos por algunas zonas de la Laguna.

La prueba de F para el número de manadas avistadas en las 12 zonas mostró que las zonas 1, 10 y 12 fueron las más distintas por muestreo y por temporada (Tablas 25B y 26B). La zona 1 tuvo un gran número de manadas durante los muestreos de secas 2-04 y secas 1-05 (Tabla 7). Durante los demás

muestreos también se vieron manadas, pero no tantas. La zona 10 tuvo pocas manadas, solamente se avistaron manadas en dos ocasiones, una manada durante lluvias 2-04 y 3 en la temporada nortes-05. En la zona 12 siempre se vieron manadas. Sin embargo, casi siempre se vio una sola manada (en 11 de los 12 muestreos). Únicamente en una ocasión se vieron dos manadas, por lo que tuvo una varianza muy pequeña. En cuanto al número de delfines sucedió algo similar, pero fueron las zonas 2, 10, 11 y 12 las que fueron distintas (Tabla 25C y 26C). En las zonas 2, 10 y 11 se vieron delfines en pocas ocasiones, mientras que en la zona 12 se observó un número más o menos constante de delfines en todos los muestreos. En el análisis por temporada el patrón fue un poco menos marcado que el que se vio para los 12 muestreos (Tabla 26B y C). El patrón desapareció en el análisis por año, con excepción de las diferencias de la zona 2 en cuanto al número de delfines (Tabla 27C) ya que se vio un número más o menos constante en los dos años.

Las zonas 10, 11 y 12 del análisis utilizando 12 zonas forman parte de la zona 3 del análisis utilizando tres zonas, mientras que las zonas 1 y 2 del análisis para 12 zonas forman parte de la zona 1 del análisis para tres zonas. A pesar de que en el análisis utilizando tres zonas se obtuvieron resultados significativos con la prueba de F para la zona 3 y que en el análisis para 12 zonas se obtuvieron resultados significativos para las zonas 10, 11 y 12, en el análisis utilizando tres zonas los resultados fueron significativos únicamente por año, mientras que en el análisis utilizando 12 zonas los resultados fueron significativos por muestreo y por temporada, pero no por año. Así, la prueba de F sugiere que existe una diferencia en el número de manadas y delfines avistados en las distintas regiones de la Laguna, pero no indica adecuadamente el por qué de estas diferencias.

El análisis de agrupamientos es una forma gráfica de representar el grado de similitud entre las zonas considerando el número de manadas y el número de delfines. La zona 1 se separó de las demás porque fue la zona donde más manadas se avistaron (Fig. 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 y 17). Las zonas

donde pocas veces se vieron manadas también se agruparon (zonas 2, 8, 10 y 11; Fig. 16 y 17). Las zonas 3, 4 y 5 fueron las que se agruparon con más frecuencia porque mantuvieron un número más o menos constante de delfines a lo largo de los muestreos (Tabla 8 y Fig. 18, 20, 21, 23, 24).

Por lo tanto, del análisis espacial se puede considerar que en la zona 1 se avistaron más manadas y más delfines que en las demás, que en las zonas 2, 8, 10 y 11 casi no se avistaron manadas y delfines, que en la zona 12 siempre se avistó un número más o menos constante de delfines que formaron una o dos manadas y que el resto de la Laguna tuvo una distribución variable tanto de manadas como de delfines. Esto se puede deber a que cada una de estas tres regiones tienen características ambientales, oceanográficas y/o ecológicas que atraen o repelen a los delfines, según sea el caso.

A partir de la división de la Laguna en 3 y 12 zonas se observó que una división en zonas más pequeñas aporta mayor información que un área grande, ya que existen cambios ambientales que afectan las distintas áreas de la Laguna en diferente manera. Delgado Estrella (2002) dividió la Laguna en 7 zonas y, de manera similar a este trabajo, las zonas de Delgado Estrella (2002) que representaron la Boca del Carmen fueron las zonas donde más delfines se avistaron. Esto se puede deber a que existen canales profundos, ya que la salida de la circulación general de la Laguna es por esta boca, además de que se ha observado a los delfines cerca de los drenajes y el puerto. Los delfines deben aprovechar zonas de canales donde las corrientes y la topografía les permiten atrapar a sus presas más fácilmente (Wilson *et al*, 1997; Delgado, Estrella 2002). Por lo tanto, la Boca del Carmen parece ser un zona donde los delfines pueden desarrollar diversas actividades durante todo el año. Delgado Estrella (2002) observó manadas con muchas crías en la Laguna de Panlao, por lo que consideró que esta región de la Laguna es preferida por las hembras como un sitio para parir y pasar las primeras semanas de vida de sus crías. Como se sabe que los delfines se reproducen

durante todo el año (Delgado Estrella, 1991), es probable que por esto se mantuvo un número constante de delfines dentro de la Laguna de Panlao. Después de la zona 1, la zona 6 fue la zona donde se vieron más delfines. Esto probablemente se debe a que se encuentra justo delante de la desembocadura del río Chumpán, el cual aporta nutrientes que atraen a los peces que son presa de los delfines. De hecho, se vieron grupos grandes alimentándose en esta zona durante las temporadas de nortes 2004 y lluvias 2005. Las zonas 10 y 11 que se encuentran enfrente de la Laguna de Panlao fueron las zonas donde casi no se vieron delfines. Esto se puede deber a que son zonas más de tránsito que zonas de reposo o alimentación. Delgado Estrella (1991, 2002) reportó haber observado manadas de delfines transitar desde la Boca de Puerto Real hasta la Laguna de Panlao por las mañanas y salir por las tardes. Entonces, los delfines tuvieron que haber transitado por las zonas 10 y 11, pero probablemente lo hicieron rápidamente, ya que no deben haber existido las condiciones que hicieran que permanecieran en esta región de la Laguna. Los resultados de la prueba de Chi cuadrada resaltaron estos resultados (Tabla 31), ya que los delfines no se distribuyeron homogéneamente en toda la Laguna; es decir sí existió una preferencia por algunas de las zonas de la Laguna, como la zona 1 donde se vio un gran número de delfines.

Así, la distribución espacial y temporal de los delfines cambió para la misma zona de muestreo a muestreo, de temporada a temporada y de año a año, aunque estos cambios no son muy grandes. Al comparar entre zonas, no existe un cambio gradual ni en el número de manadas avistadas, ni en el número de delfines encontrados, indicando que una misma zona puede albergar muy distintos números de manadas y delfines. Puede haber zonas y temporadas donde se ven muchos delfines, pero no siempre las mismas. Factores como las condiciones ambientales deben ser determinantes en la caracterización de las zonas que son frecuentadas por los delfines.

## **8. Conclusiones**

### **8.1 Distribución temporal**

Los delfines no mostraron cambios drásticos en su distribución conforme transcurrió el año, ya que las pruebas realizadas no arrojaron resultados significativos en la mayoría de los casos cuando se agrupaban los datos por temporada o año. Esto probablemente se debe a que tomaba al menos cuatro días hacer un muestreo y el espacio cubría en este periodo de tiempo era limitado. Solamente las temporadas de lluvias fueron diferentes entre sí en cuanto al número de manadas por año, mientras que la temporada de secas 05 tuvo más manadas que durante 2004.

### **8.2 Distribución espacial**

Se encontraron patrones un poco más claros con los datos para la distribución espacial. Las zonas 1 y 12 probablemente presentaron alguna combinación de elementos que atrajeron a los delfines. Por el contrario, las zonas 10 y 11 tal vez poseyeron alguna combinación de elementos que no favorecieron la presencia de delfines, ya que rara vez se encontraron en estas zonas.

### **8.3 Consideraciones**

Las pruebas estadísticas que se llevaron a cabo no arrojaron resultados significativos, así como lo fue para varios de los trabajos citados en esta tesis (Delgado Estrella 1991, 2002; López Hernández, 1997; Reza García, 2001). Se sugiere que se realicen otro tipo de pruebas que probablemente puedan resaltar las diferencias en la distribución de los delfines. La prueba de Chi cuadrada detectó que existe heterogeneidad en los datos, pero no discierne claramente entre temporadas o zonas, ya que el resultado es global. Se tendrían que hacer una o varias pruebas posteriores para determinar qué temporadas son las que

realmente difieren y poder hacer inferencias sobre cuáles son al utilizar las diferencias entre los valores observados y esperados. Sin embargo, esto último no tiene rigor estadístico.

Las observaciones obtenidas durante este trabajo no son congruentes con las de trabajos previos (Delgado Estrella 1991, 2002), aunque no en todos los casos. Esto se puede deber a que este estudio fue relativamente corto y las variaciones anuales son muy difíciles de determinar en un periodo de tiempo tan corto. Además, para describir más claramente la distribución sería bueno incluir datos tanto ambientales como conductuales y de identificación individual de los delfines, ya que esto permitiría hacer análisis más amplios sobre qué delfines “prefieren” qué condiciones.

#### **8.4 Líneas de investigación futuras**

Este estudio es una nueva aproximación a la descripción de la distribución temporal y espacial de *Tursiops truncatus* en la Laguna de Términos, por lo que se recomienda continuar con el trabajo en el área para conocer más a fondo la distribución de estos mamíferos marinos. Para lograr esto se recomienda:

1. Hacer estudios de duración más larga para poder seguir comparando los cambios en la distribución a lo largo del tiempo.
2. Llevar a cabo un estudio de marcación y/o fotoidentificación de los individuos para conocer mejor el número real de delfines que habitan en la Laguna y sus movimientos dentro de esta.
3. Incluir datos ambientales y oceanográficos en próximos estudios para determinar cuáles son las causas de esta distribución (para poder determinar por qué hubo más delfines en las zonas 1 y 12 y casi no en las zonas 10 y 11, por ejemplo).
4. Inspeccionar el uso de otras pruebas estadísticas que puedan ayudar a esclarecer los cambios en la distribución tanto temporal como espacial.
5. Realizar mediciones descriptivas de las manadas de delfines, tales como la abundancia relativa y su densidad.

## **9. Apéndices**

## Apéndice I

### Prueba de F (Dixon y Massey, 1969)

En varias instancias se requiere de pruebas para comparar los promedios o proporciones de dos poblaciones. Sin embargo, también existen situaciones en las cuales se desea comparar las varianzas de dos poblaciones. En este caso, se quiso comparar la varianza de la presencia/ausencia de manadas, el número de manadas y el número de delfines avistados durante los diferentes muestreos, temporadas y años, así como entre las tres y doce zonas en las que se dividió la Laguna.

Para este tipo de problemas es necesario desarrollar un proceso estadístico para comparar las varianzas poblacionales. Un procedimiento común para comparar las varianzas poblacionales  $\sigma_1^2$  y  $\sigma_2^2$  hace inferencias sobre el cociente  $\sigma_1^2/\sigma_2^2$  y se basa en dos hipótesis. La hipótesis nula afirma que el cociente  $\sigma_1^2/\sigma_2^2$  es igual a 1 (es decir, que las varianzas son iguales) y la hipótesis alternativa afirma que el cociente  $\sigma_1^2/\sigma_2^2$  es diferente de 1 (que las varianzas son distintas)(Fig. A1):

$$H_0: \sigma_1^2/\sigma_2^2 = 1 \quad (\sigma_1^2 = \sigma_2^2)$$

$$H_a: \sigma_1^2/\sigma_2^2 \neq 1 \quad (\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2)$$

Para poder hacer esta prueba se deben cumplir los siguientes dos supuestos:

1. Las dos poblaciones muestreadas tienen una distribución normal.
2. Las muestras fueron seleccionadas independientemente y al azar de sus respectivas poblaciones.

Cuando se satisfacen estos supuestos y la hipótesis nula es cierta ( $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ ) la distribución muestral de  $F = s_1^2/s_2^2$  es la distribución de F con  $(n_1-1)$  grados de libertad en el numerador y  $(n_2-1)$  grados de libertad en el denominador, donde  $s_i$  es la varianza de cada muestra. La forma de la distribución de

F depende de los grados de libertad asociados con  $s_1^2$  y  $s_2^2$ , es decir, sobre  $(n_1-1)$  y  $(n_2-1)$  (Figura A1).

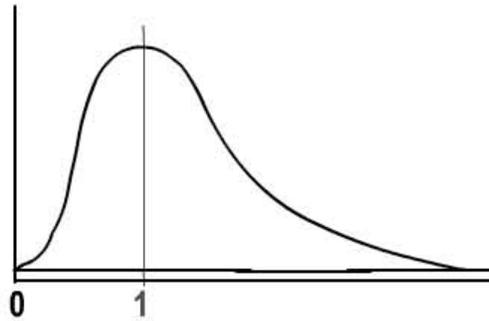


Fig. A1. Gráfica de la distribución de F

Para hacer inferencias sobre el cociente  $\sigma_1^2/\sigma_2^2$  sería razonable coleccionar datos muestrales y utilizar el cociente de las varianzas de las muestras,  $s_1^2/s_2^2$ .

Tomemos el ejemplo del número de delfines avistados durante los dos años de muestreo. En la tabla A1 se muestran el número de delfines avistados en cada año en cada una de las 3 zonas. El primer paso es calcular la varianza de la siguiente manera:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}$$

donde:  $x$  = cada valor observado  
 $\bar{x}$  = promedio de la muestra  
 $N$  = número de datos

Una vez obtenidas las varianzas para cada año se puede calcular el estadístico de la prueba:

$$F = s_1^2/s_2^2 ,$$

donde  $s_1^2$  es la varianza del 2004 y  $s_2^2$  es la varianza del 2005, obteniéndose un valor de  $F=3.17$ . Este valor se compara con los valores de tablas para la distribución de F con  $n_1-1$  grados de libertad en el numerador y  $n_2-1$  grados de libertad en el denominador (donde  $n_i$  es el número de observaciones en cada uno de los años). En este caso serían  $3 - 1=2$  grados de libertad para las muestras. Para un  $\alpha=0.025$  (porque queremos conocer diferencias mayores y menores - prueba de dos colas) obtenemos el valor crítico de 4.4742. Como el valor que se obtuvo es menor se deduce que las varianzas son iguales y no se rechaza la hipótesis nula.

Tabla A1. Número de delfines avistados en tres zonas por año							
	ZONAS						
<b>Año</b>	1	2	3	<b>total de delfines</b>	<b>promedio</b>	<b>varianza</b>	<b>desviación estándar</b>
2004	680	575	323	1578	527.00	33663.00	183.47
2005	532	430	326	1288	429.33	10609.33	103.00
<b>total zona</b>	1204	1015	649	<b>2868</b>	<b>Gran total</b>		

Si se utilizan programas de cómputo para realizar la prueba de F los resultados generalmente serán desplegados como valores de p. En este caso, el programa calcula el estadístico de prueba F y calcula la probabilidad de obtener ese resultado de acuerdo a los grados de libertad para esos datos. En esta situación se determina un valor de p a partir del cual se rechazará la hipótesis nula ( $\sigma^2_1 = \sigma^2_2$ ). Por convención, se utiliza un valor de p de 0.05 para determinar si se acepta o no la hipótesis nula.

## Apéndice II

### Prueba de Wilcoxon (McClave y Sinchich, 2006)

Cuando se tienen dos muestras independientes tomadas al azar que se quieren utilizar para comparar dos poblaciones y la prueba de t no se puede utilizar debido a que no se pueden hacer supuestos sobre la forma de la distribución de probabilidades de la población muestreada o debido a que no se pueden calcular los valores exactos para las mediciones de las muestras, si los datos se pueden ordenar de acuerdo a su magnitud, se puede usar la prueba de la suma de jerarquías de Wilcoxon para probar la hipótesis de que las distribuciones de probabilidad asociadas a las dos poblaciones son equivalentes.

Los siguientes supuestos deben ser cumplidos para que la prueba tenga validez:

1. Ambas muestras deben ser independientes.
2. Las dos distribuciones de probabilidad de donde se sacaron las muestras son continuas.

En el presente trabajo se realizó la prueba de Wilcoxon tanto para el número de delfines como para el número de manadas avistadas en doce zonas por muestreo, temporada y año. Para ejemplificar cómo se desarrolló esta prueba utilizaremos los datos para el número de manadas por temporada (Tabla 7B). Se compararon los valores del número de manadas obtenidos en una temporada para un año contra los valores obtenidos para la misma temporada el año siguiente para saber si existía una diferencia en el número de manadas de una misma temporada en los dos años en que se muestreó la Laguna (Tabla A2).

El número de manadas para cualquier temporada, por ejemplo la temporada de secas 2004, es aquella que podría ser obtenida al censar todas las manadas en la Laguna. Para comparar la distribución de probabilidad de las poblaciones A y B, primero se tiene que asignar una jerarquía a las observaciones como si todas hubieran sido tomadas de la misma población. Es decir, se juntan todas

las mediciones de ambas muestras y se le asigna una jerarquía a cada una de las mediciones desde la más pequeña (jerarquía 1) hasta la más grande (jerarquía 24). Estos valores se muestran en la Tabla A2.

**Tabla A2.** Prueba de Wilcoxon del número de manadas avistadas en 12 zonas en las temporadas de secas 2004 y secas 2005.

Zona	secas 2004	Jerarquía promedio	Jerarquía	Zona	secas 2005	Jerarquía promedio
11	0	2	1			
			2	10	0	2
			3	11	0	2
2	1	6.5	4			
3	1	6.5	5			
5	1	6.5	6			
6	1	6.5	7			
10	1	6.5	8			
			9	7	1	6.5
12	2	12	10			
			11	3	2	12
			12	4	2	12
			13	5	2	12
			14	12	2	12
4	3	16	15			
8	3	16	16			
			17	2	3	16
			18	8	4	18.5
			19	9	4	18.5
7	6	20	20			
			21	6	7	21
9	8	22	22			
1	13	23	23			
			24	1	18	24
TOTAL	40	T <sub>1</sub> =143.5	300		45	T <sub>2</sub> =156.5

Si ambas poblaciones fueran idénticas, esperaríamos que las jerarquías estuvieran distribuidas al azar entre las dos muestras. Si por el contrario, una población tiene más manadas que la otra, entonces esperaríamos que las jerarquías más altas se encontraran en una muestra y las más bajas en la otra.

De estas suposiciones se desprenden las siguientes hipótesis de prueba:

$$H_0: D_1 = D_2$$

$H_a$ :  $D_1$  está desplazada ya sea hacia la izquierda o derecha de  $D_2$ .

donde,  $D_1$  y  $D_2$  representan las distribuciones de probabilidad de las poblaciones 1 y 2 respectivamente.

Por lo tanto, el estadístico de prueba para la prueba de Wilcoxon ( $T$ ) se basa en la suma de las jerarquías para cada una de las poblaciones. Cuando el tamaño de las muestras son iguales, mientras mayor sea la diferencia en la suma de jerarquías, mayor será la diferencia entre las distribuciones de probabilidad de las poblaciones. En el ejemplo, se denota a la suma de rangos para la temporada de secas 2004 como  $T_1$  y a la de la temporada de secas 2005 como  $T_2$  (Tabla A2).

La suma de  $T_1$  y  $T_2$  siempre será igual a  $n(n + 1)/2$ , donde  $n = n_1 + n_2$ . Entonces, siguiendo con el ejemplo,  $n_1 = 12$  y  $n_2 = 12$ , por lo tanto

$$T_1 + T_2 = 24 (24 + 1)/2 = 300$$

Como  $T_1 + T_2$  es fijo, un valor pequeño para  $T_1$  implica un valor grande para  $T_2$ , o viceversa, y por lo tanto una diferencia grande entre  $T_1$  y  $T_2$ . Así, a menor valor en una de las sumas de jerarquías, mayor la evidencia que indica que el número de manadas es diferente durante las dos temporadas.

El estadístico de prueba para esta prueba es la suma de jerarquías de la muestra más pequeña. En el caso de que  $n_1 = n_2$  (como en este ejemplo), se puede utilizar cualquier suma. Una vez obtenido el valor, este se compara con los valores de una tabla de valores críticos para la prueba de Wilcoxon con el  $\alpha$  deseado.

En este caso la suma de  $T_1 = 143.5$  es mayor al valor crítico de tablas  $T_0 = 11$  para un  $\alpha = 0.05$  con 12 grados de libertad, por lo que se acepta la hipótesis nula de que las distribuciones son iguales durante estas dos temporadas.

Si se utilizan programas de cómputo para realizar la prueba de Wilcoxon los resultados generalmente serán desplegados como valores de  $p$ . En este caso, el programa calcula el estadístico de prueba  $T$  y calcula la probabilidad de obtener ese resultado de acuerdo a los grados de libertad para esos datos. En esta situación se determina un valor de  $p$  a partir del cual se rechazará la hipótesis nula ( $D_1 = D_2$ ). Por convención, se utiliza un valor de 0.05 para determinar si se acepta o no se rechaza la hipótesis nula.

Cabe mencionar que esta prueba se conoce por otros nombres; como la prueba de Mann-Whitney, Prueba U o prueba de la suma de jerarquías (Johnson, 1988).

## Apéndice III

### Prueba de Friedman (McClave y Sinchich, 2006)

La prueba  $F_r$  de Friedman nos ofrece un método para detectar un movimiento en la posición de un grupo  $P$  de poblaciones. Como otras pruebas no paramétricas, no requiere de supuestos con respecto a la naturaleza de las poblaciones. Únicamente requiere que a las observaciones se les puede asignar una jerarquía.

Los siguientes supuestos deben ser cumplidos para poder utilizar la prueba de Friedman adecuadamente:

1. Los tratamientos se asignan de manera aleatoria a las unidades experimentales dentro de los bloques.
2. Se les puede asignar una jerarquía a las mediciones dentro de los bloques.
3. Las distribuciones de probabilidad de donde se sacaron las muestras de cada bloque son continuas.

En este trabajo se quiso comprobar si las distribuciones del número de manadas y de delfines de cada temporada dentro cada año se parecían o no entre sí. Para lograr esto se utilizó un diseño de bloques; cada zona constituiría un bloque y cada temporada un “tratamiento.” Para ilustrar como se hizo esta prueba utilizaremos los datos del número de manadas observadas en cada temporada del 2004 (Tabla 7).

Se tienen los valores del número de manadas avistadas en 12 zonas para cada temporada. Para comparar las temporadas de cada año se le asignó una jerarquía a cada una de las observaciones de cada zona (bloque) de manera descendente de acuerdo a la temporada y después se calculó la suma de jerarquías para cada temporada (tratamiento) (Tabla A3).

Las hipótesis que se desprenden de esta prueba son las siguientes:

H<sub>0</sub>: El número de manadas en cada zona es igual en cada una de las tres temporadas de cada año.

H<sub>a</sub>: Cuando menos una de las temporadas tiene un número de manadas diferente al de las demás de ese año.

**Tabla A3.** Prueba de Friedman del número de manadas avistadas en 12 zonas durante 2004 y las jerarquías asignadas.

zona	Temporada					
	secas	jerarquía	lluvias	jerarquía	nortes	jerarquía
1	13	3	11	2	8	1
2	1	1.5	2	3	1	1.5
3	1	1	3	2	4	3
4	3	1.5	5	3	3	1.5
5	1	1	5	3	4	2
6	1	1.5	1	1.5	3	3
7	6	3	3	2	1	1
8	3	3	0	1.5	0	1.5
9	8	3	3	2	2	1
10	1	3	0	1.5	0	1.5
11	0	1.5	1	3	0	1.5
12	2	2	2	2	2	2
	suma de jerarquías	25	suma de jerarquías	26.5	suma de jerarquías	20.5

El estadístico F<sub>r</sub> de Friedman, que se basa en la suma de jerarquías para cada tratamiento, es:

$$F_r = \frac{12}{bk(k+1)} \sum_{j=1}^k R_j^2 - 3b(k+1)$$

donde *b* es el número de bloques (*b*=12 zonas), *k* es el número de tratamientos (*k*= 3 temporadas) y

*R<sub>j</sub>* es la *j*-ésima suma de jerarquías. Siguiendo el ejemplo:

$$F_r = \frac{12}{3(12)(3+1)} [25^2 + 26.5^2 + 20.5^2] - 3(12)(3+1) = 1.625$$

El estadístico de Friedman mide hasta que punto difieren las temporadas con respecto a sus jerarquías relativas dentro de los bloques. Esto se puede ver más claramente escribiendo el estadístico de la siguiente manera:

$$F_r = \frac{12}{bk(k+1)} \sum_{j=1}^k b(R_j - \bar{R})^2$$

donde  $R_j$  es la jerarquía promedio correspondiente al tratamiento  $j$  y  $\bar{R}$  es el promedio de todas las jerarquías. Por lo tanto, el estadístico  $F_r$  es 0 si todos los tratamientos tienen la misma suma de jerarquías y se hace cada vez más grande cuando las sumas de jerarquías de cada muestra se hace más grande o más chica que el promedio.

El estadístico  $F_r$  tiene una distribución aproximada a la de la  $\chi^2$  con  $(k - 1)$  grados de libertad. De acuerdo a datos empíricos, esta aproximación es válida siempre y cuando  $b$  (el número de bloques) o  $k$  (el número de tratamientos) sea mayor a 5.

Entonces, consultando una tabla de  $\chi^2$  y utilizando 11 grados de libertad, obtenemos que para este ejemplo el valor crítico para un  $\alpha = 0.05$  es de 19.67, por lo que el resultado de 1.625 está por debajo de este y, por lo tanto, no es un resultado significativo y se considera que la cantidad de manadas observadas durante 2004 fue constante durante las 3 temporadas.

Si se utilizan programas de cómputo para realizar la prueba de Friedman los resultados generalmente serán desplegados como valores de  $p$ . En este caso, el programa calcula el estadístico de prueba  $F_r$  y calcula la probabilidad de obtener ese resultado de acuerdo a los grados de libertad para esos datos. En esta situación se determina un valor de  $p$  a partir del cual se rechazará la hipótesis nula (las frecuencias relativas de  $k$  poblaciones son idénticas). Por convención, se utiliza un valor de 0.05 para determinar si se acepta o no la hipótesis nula.

Índice de distancia

El índice de distancia usado en este trabajo fue desarrollado por Carmen Bazúa y Leticia Gracia Medrano. Para calcularlo se utilizó la posición promedio de cada uno de los avistamientos. Utilizando estas posiciones se calculó la distancia entre cada uno de los avistamientos (no se hizo una corrección para la curvatura de la Tierra dado que el tamaño de la Laguna no es lo suficientemente grande como para verse afectada notablemente por este fenómeno):

$$d_i = \sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2}$$

donde:  $d_i$ = distancia entre los avistamientos  
 $x$ = longitud en grados  
 $y$  = latitud en grados

para  $i$  y  $j$  desde 1 hasta  $N$ , que es el número de avistamientos.

Una vez obtenidas todas las distancias, estas se sumaron y se convirtieron de grados a km multiplicando primero por 60 minutos (para convertirlas a minutos) y después por 1.8518 millas náuticas (porque un minuto latitud equivale a una milla náutica), para obtener  $d_{ntot}$  como:

$$d_{ntot} = \sum_{i=1}^n d_i * 60 * 1.8518$$

donde:  $d_i$ = distancia entre los avistamientos  
 $N = N(N-1)/2$ = número de distancias calculadas  
 $N$ = número de avistamientos

Una vez calculada la distancia en km se identificó la distancia máxima calculada  $d_{nmax}$  (para cada muestreo, temporada o año) para estandarizar todas las distancias con este valor máximo, de tal manera que:

$$ID = \frac{d_{ntot}}{d_{nmax}}$$

donde:  $d_{nmax}$ = distancia máxima entre todos los avistamientos  
 $N$  = número de manadas avistadas durante el muestreo, temporada o año.

## Apéndice V

### Análisis de agrupamientos

Suponga que un investigador ha reunido datos sobre un gran número de unidades experimentales. La cuestión básica planteada para un análisis por agrupación es si es posible idear una clasificación o esquema de agrupación que permita dividir las unidades experimentales en clases, llamados agrupamientos, de modo que las unidades que estén dentro de una clase sean semejantes entre sí, en tanto que aquellas que pertenezcan a clases distintas no sean semejantes a las de otras clases.

El análisis por agrupación comprende técnicas que producen clasificaciones a partir de datos que inicialmente no están clasificados y no debe confundirse con el análisis discriminante, en el cual desde un principio se sabe cuántos grupos existen y se tienen datos que provienen de cada uno de estos grupos.

Para realizar un análisis por agrupación, en primer lugar se debe poder medir la semejanza o desemejanza entre dos observaciones distintas y, posteriormente, la semejanza o diferencia entre dos agrupamientos de observaciones. En el caso del presente trabajo se midió la diferencia en el número de manadas y de delfines avistados en cada una de las zonas en las que se dividió la Laguna de acuerdo a la distancia euclidiana.

#### Distancia métrica o distancia euclidiana estándar

La distancia euclidiana estándar es una distancia sencilla de diferencia, también llamada distancia métrica, ya que es la distancia lineal entre dos observaciones (si se pudieran representar las dos observaciones en el espacio muestral n-dimensional, la distancia entre ellas sería aquella que se puede medir usando una regla).

Una vez que se calculan las distancias entre los puntos se busca formar agrupaciones entre éstos. Existen varias maneras de hacerlo y se catalogan principalmente en dos tipos: métodos de agrupación no jerárquica y métodos de agrupación jerárquica. Como en este trabajo se utilizó un método jerárquico, este es el que se describirá a continuación.

En el método de agrupación jerárquica los datos observados se concentran en agrupaciones en una sucesión anidada de agrupaciones. Los métodos más eficientes de agrupación jerárquica se conocen como métodos de agrupación de un solo enlace.

Para obtener los dendogramas presentados en este trabajo se utilizó el método del vecino más cercano. El método del vecino más cercano es un ejemplo de agrupación de un solo enlace y se lleva a cabo de la siguiente manera:

- a) Se tienen  $N$  agrupamientos en donde cada uno de ellos contiene exactamente un dato.
- b) Se enlazan los dos datos más cercanos según la medida de distancia seleccionada (en este caso la distancia métrica estandarizada).
- c) Se define la diferencia entre este nuevo agrupamiento y cualquier otro dato como la distancia mínima entre los dos datos del agrupamiento y este nuevo dato.
- d) Se continúan combinando los agrupamientos que sean los más cercanos entre sí de modo que, en cada etapa, la cantidad de agrupamientos se reduzca en uno y la diferencia entre cualquiera de estos siempre se defina como la distancia entre sus miembros más cercanos.

De este modo, el método del vecino más cercano se inicia con  $N$  agrupamientos, en donde cada uno de éstos contiene un dato y se combinan los datos y agrupamientos hasta que todos los datos quedan dentro de un mismo agrupamiento.

## Apéndice VI

### Prueba de Chi cuadrada ( $\chi^2$ ) (Zar, 1984)

Para esta prueba se considera que existe un experimento multinominal en el cual los datos se pueden clasificar de acuerdo a dos criterios, es decir, una clasificación con respecto a dos factores cualitativos. Los supuestos que se deben cumplir para aplicar la prueba de  $\chi^2$  a tablas de contingencia son los siguientes:

- 1) Las  $n$  conteos observados son una muestra tomada al azar de la población de interés. Se puede considerar esto como un experimento multinominal con  $r \times c$  resultados posibles.
- 2) El tamaño de muestra  $n$  será suficientemente grande como para que, en cada celda, el valor esperado  $E(n_{ij})$  sea mayor o igual a 5.

Por ejemplo, considerando el número de manadas observadas en las 3 zonas durante las 6 temporadas, cada celda de la tabla corresponde a una temporada y a una zona. Se calculan los totales por renglón y por fila (Tabla A4A).

Los símbolos que representan el conteo para cada celda del experimento multinominal en la tabla A4A se muestran en la tabla A4B y las probabilidades correspondientes a las filas y columnas se representan en la tabla A4C. Por consiguiente,  $n_{11}$  representa el número de manadas que se encontraron en la zona 1 y  $p_{11}$  representa la probabilidad correspondiente a la celda. Los símbolos de los totales de cada fila y cada columna son conocidos como las probabilidades marginales. Entonces, la probabilidad marginal  $p_{r1}$  es la probabilidad de que una manada sea vista durante secas 2004, mientras que la probabilidad  $p_{c1}$  indica la probabilidad de que la manada sea vista en la zona 1. Por lo tanto,

$$p_{r1} = p_{11} + p_{12} + p_{13} \quad \text{y} \quad p_{c1} = p_{11} + p_{21} + p_{31} + p_{41} + p_{51} + p_{61}$$

Entonces, se puede ver que este experimento es un multinominal con un total de 197 manadas,  $(3)(6)=18$  celdas o posibles resultados, y las probabilidades para cada resultado se calcularán como se muestran en la tabla A4B.

Tabla A4. Número de manadas avistadas en las 6 temporadas (A), conteos para el número de manadas en las 3 zonas por temporada (B) y probabilidades para cada celda (C).

A				
Número de manadas				
	ZONAS			
Temporadas	1	2	3	Total manadas
Secas 04	18	8	14	40
Lluvias 04	21	9	6	36
Nortes 04	16	8	4	28
Secas 05	26	12	7	45
Lluvias 05	12	4	5	21
Nortes 05	9	5	11	25
Total zona	102	46	47	195

B				
Número de manadas				
	ZONAS			
Temporadas	1	2	3	Total manadas
Secas 04	$n_{11}$	$n_{12}$	$n_{13}$	$r_1$
Lluvias 04	$n_{21}$	$n_{22}$	$n_{23}$	$r_2$
Nortes 04	$n_{31}$	$n_{32}$	$n_{33}$	$r_3$
Secas 05	$n_{41}$	$n_{42}$	$n_{43}$	$r_4$
Lluvias 05	$n_{51}$	$n_{52}$	$n_{53}$	$r_5$
Nortes 05	$n_{61}$	$n_{62}$	$n_{63}$	$r_6$
Total zona	$c_1$	$c_2$	$c_3$	$n$

C				
Número de manadas				
	ZONAS			
Temporadas	1	2	3	Total manadas
Secas 04	$p_{11}$	$p_{12}$	$p_{13}$	$p_{r1}$
Lluvias 04	$p_{21}$	$p_{22}$	$p_{23}$	$p_{r2}$
Nortes 04	$p_{31}$	$p_{32}$	$p_{33}$	$p_{r3}$
Secas 05	$p_{41}$	$p_{42}$	$p_{43}$	$p_{r4}$
Lluvias 05	$p_{51}$	$p_{52}$	$p_{53}$	$p_{r5}$
Nortes 05	$p_{61}$	$p_{62}$	$p_{63}$	$p_{r6}$
Total zona	$p_{c1}$	$p_{c2}$	$p_{c3}$	1

Suponga que queremos saber si para las dos clasificaciones, temporadas y zonas se tiene una distribución homogénea. Es decir, si no importa la zona o en qué temporada se muestree, siempre habrá un número determinado de manadas. En el análisis de la tabla de contingencia, si las dos clasificaciones son independientes, la probabilidad de que un elemento sea clasificado en alguna celda en particular se deriva del producto de las probabilidades marginales. Por lo tanto, bajo la hipótesis de independencia, en la tabla A4C se deberían cumplir las siguientes suposiciones:

$$\begin{aligned} p_{11} &= p_{r1}p_{c1} & p_{12} &= p_{r1}p_{c2} \\ p_{21} &= p_{r2}p_{c1} & p_{22} &= p_{r2}p_{c2}, & \text{etc.} \end{aligned}$$

Para probar la hipótesis de independencia, primero calculamos los valores esperados o promedio para cada celda suponiendo que la hipótesis nula de independencia es cierta. Hacemos esto al multiplicar el número de pruebas  $n$  por la probabilidad de esa celda. Recuerde que  $n_{ij}$  representa el conteo observado en la celda localizada en la  $i$ -ésima fila de la  $j$ -ésima columna. Por lo tanto, el conteo esperado para la celda en la primera fila de la primera columna sería:

$$E_{11} = np_{11}$$

o cuando la hipótesis nula es verdadera,

$$E_{11} = np_{r1}p_{c1}$$

Como las probabilidades verdaderas no se conocen, estimamos  $p_{r1}$  y  $p_{c1}$  por las mismas proporciones  $r_1 = r_1/n$  y  $c_1 = c_1/n$ . Entonces, el valor esperado para  $E(n_{11})$  es,

$$\hat{E}_{11} = n \left( \frac{r_1}{n} \right) \left( \frac{c_1}{n} \right) = \frac{r_1 c_1}{n}$$

De manera similar para las demás  $i, j$ ,

$$\hat{E}_{ij} = \frac{(\text{Total fila})(\text{Total columna})}{\text{Total muestra}} = \frac{R_i C_j}{n}$$

Los valores esperados se muestran en la tabla A5:

Tabla A5. Valores esperados para el número de manadas en tres zonas para las 6 temporadas de muestreo.

Número de manadas				
ZONAS				
Temporada	1	2	3	Total por temporada
Secas 04	20.92	9.44	9.64	40.00
Lluvias 04	18.83	8.49	8.68	36.00
Nortes 04	14.65	6.61	6.75	28.00
Secas 05	23.54	10.62	10.85	45.00
Lluvias 05	10.98	4.95	5.06	21.00
Nortes 05	13.08	5.90	6.03	25.00
<b>Total por</b>	<b>102.00</b>	<b>46.00</b>	<b>47.00</b>	<b>195.00</b>

Ahora, se utiliza el estadístico  $\chi^2$  para comparar los valores esperados y observados para cada celda de la tabla de contingencia:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{[n_{ij} - \hat{E}_{ij}]^2}{\hat{E}_{ij}}$$

donde r es el número de filas y c el número de columnas en la tabla A4 y/o A5.

Valores grandes de  $\chi^2$  indican que los valores observados no están de acuerdo con los valores esperados y por lo tanto la hipótesis de independencia es falsa. Para determinar que tan grande debe de ser  $\chi^2$  para que se le atribuya al azar se utiliza el hecho de que la distribución muestral de  $\chi^2$  se aproxima a la distribución de probabilidad de  $\chi^2$  cuando las clasificaciones son independientes. Cuando se prueba la hipótesis nula de homogeneidad con una tabla de contingencia bidireccional, los grados de libertad se calculan como  $(r - 1)(c - 1)$ .

Para el ejemplo del número de manadas, los grados de libertad para  $\chi^2$  serían:

$$(r - 1)(c - 1) = (6 - 1)(3 - 1) = 10.$$

Si  $\alpha = 0.05$ , la hipótesis nula se rechaza cuando

$$\chi^2 > \chi^2_{0.05} = 18.307$$

Tabla A6. Valores de  $\chi^2$  para el número de manadas en tres zonas para las 6 temporadas de muestreo.

Número de manadas				
Temporada	1	2	3	Suma
Secas 04	0.41	0.22	1.97	<b>2.60</b>
Lluvias 04	0.25	0.03	0.83	<b>1.11</b>
Nortes 04	0.13	0.29	1.12	<b>1.54</b>
Secas 05	0.26	0.18	1.36	<b>1.80</b>
Lluvias 05	0.09	0.18	0.00	<b>0.28</b>
Nortes 05	1.27	0.14	4.11	<b>5.51</b>
Suma	<b>2.41</b>	<b>1.04</b>	<b>9.39</b>	<b>12.84</b>

Como el valor computado fue  $\chi^2 = 12.84$  (Tabla A6) y es menor que 18.307, concluimos el número de manadas no se distribuye homogéneamente en las 3 zonas.

## 10. Referencias

- Acevedo, A. 1991. Behaviour and movements of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in the entrance to Ensenada de La Paz, México. *Aquatic Mammals*. 17: 137-147
- Bazúa Durán, M.C. 1997. Comparación de vocalizaciones entre distintos grupos de delfines (*Tursiops truncatus*) del Golfo de México. Tesis de Maestría en Ciencias del Mar. Colegio de Ciencias y Humanidades. Unidad Académica de los Ciclos Profesional y de Posgrado. Universidad Nacional Autónoma de Mexico. 262pp.
- Bazúa-Durán, M.C. 2004. The whistles of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) from the Gulf of Mexico. *Journal of the Acoustical Society of America* 115(5):2518
- Bazúa-Durán, M.C. 2005. The acoustic repertoire of the bottlenose dolphins from the southern Gulf of Mexico. *Journal of the Acoustical Society of America*. 117(4):2469
- Blaylock, R.A., J.W., Hain, L.J., Hansen, D.L., Palka, y G.T., Waring 1995. U.S. Atlantic and Gulf of Mexico Marine Mammal Stock Assessments. *NOAA Technical Memorandum*. U.S. Department of Commerce. Florida, EEUUA. 211pp.
- Borrel, A., A. Aguilar, V. Tornero, M. Sequeira, G. Fernandez y S. Alis. 2005. Organochlorine compounds and stable isotopes indicate bottlenose dolphin subpopulation structure around the Iberian Peninsula. *Environment International*. 32(4):516-523
- Caldwell, D.K. y M.C., Caldwell. 1972. *The World of the Bottlenosed Dolphin*. J. B. Lippincott Company, Philadelphia, EEUUA. 137pp.
- Chalmer, B.J. 1987. *Understanding Statistics*. Marcel Dekker Inc. Nueva York, EEUUA. 326pp.
- Contreras, E.F. 1993. *Ecosistemas costeros mexicanos*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. 415pp.

- De la Lanza G. y C. Cáceres. 1994. *Lagunas Costeras y el Litoral Mexicano*. Universidad Autónoma de Baja California, México. 497pp.
- De la Parra J., R. 1989. Notas sobre la observación de los odontocetos al este de Cancún, Quintana Roo. XIV Reunión Internacional de la Sociedad Mexicana para el estudio de los Mamíferos Marinos. La Paz, B.C.S. Abril 1989.
- Delgado Estrella, A. 1991. Algunos aspectos de la ecología de poblaciones de las toninas *Tursiops truncatus*, Montagü 1821, en la Laguna de Términos y Sonda de Campeche, México. Tesis de Licenciatura en Biología, Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 150pp.
- Delgado Estrella, A. 1997. Relación de las toninas, *Tursiops truncatus*, y las toninas moteadas, *Stenella frontalis*, con la actividad camaronera en la Sonda de Campeche, México. *An. Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México Ser. Zool.* 68(2): 317-338
- Delgado Estrella, A. 2002. *Comparación de parámetros poblacionales de las toninas, Tursiops truncatus, en la región sureste del Golfo de México (Estados de Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo)*. Tesis de Doctorado, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 160pp.
- Dixon, W.J y F.J. Massey Jr. 1969. *Introduction to Statistical Analysis*. 3ª ed. McGraw-Hill Book Company. EEUUA. 638pp.
- DOF. 1994. Decreto por el que se declara a la zona conocida como "Laguna de Términos" como Área Natural Protegida. *Diario Oficial de la Federación*. 6 de junio de 1994.
- Duffield, D.A. y J. Chamberlin-Lea. 1990. Use of Chromosome Heteromorphisms in Studies of Bottlenose Dolphin Populations and Paternities. En: S. Leatherwood and R. R. Reeves (Eds.), *The bottlenose dolphin*, Academic Press, San Diego, EEUUA. Pp.609-622

- Gallo Reynoso, J.P. 1991. Group behavior of common dolphins *Delphinus delphis* during prey capture. *An. Inst. Cienc. Mar Limnol.* 62: 253–262
- Gao, A., K. Zhou y Y. Wang. 1995. Geographic variation in morphology of bottlenose dolphins (*Tursiops* sp.) in Chinese waters. *Aquatic Mammals.* 21:121–135.
- Gío-Argáez, F.R. 1996. Campeche y Sus Recursos Naturales. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* Vol. Esp. 247pp.
- Gómez-Pompa, A. y R. Dirzo. 1995. *Las Reservas de la Biosfera y Otras Áreas Naturales Protegidas de México.* SEMARNAP y CONABIO, México. 159pp.
- Gorter U. 2003. Bottlenose dolphin. En: The Bottlenose dolphin Factsheet. American Cetacean Society. California, EEUUA. 2pp.
- Haude, M., S. Randall, P. Fair y G. Bossart. 2005. Polyfluoroalkyl compounds in free-ranging bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) from the Gulf of Mexico and the Atlantic Ocean. *Rev. Environmental Science and Technology* 39(17):6591-6598
- Hersh, S.L. y D.A. Duffield. 1990. Distinction between northwest Atlantic offshore and coastal bottlenose dolphins based on hemoglobin profile and morphometry. En: S. Leatherwood y R. R. Reeves (Eds.), *The bottlenose dolphin*, Academic Press, San Diego, EEUUA. Pp. 129-139
- Holmgren V. 1988. Registro de *Tursiops truncatus* (Cetacea: Delphinidae) en la boca de la Laguna de Terminos, Campeche durante las estaciones de invierno y primavera de 1988. Informe de Servicio Social Carrera Biología. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Departamento el hombre y su ambiente. UAM-Xochimilco. 60pp.
- INE. 1997. *Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos México.* SEMARNAP México, D.F. 201pp.

- IUCN 2004. Red List of Threatened Species. [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org). Ingresada el 23 de Marzo 2006.
- Chalmer, B.J. 1987. *Understanding Statistics*. Marcel Dekker Inc. Nueva York, EEUA. 326pp.
- Johnson, R. 1988. *Elementary Statistics* 5<sup>a</sup> ed. PWS-Kent Publishing Company. Boston, MA, EEUA. 613pp.
- Klinowska, M. 1991. (ed.) *Dolphins, Porpoises, and Whales of the World. The IUCN Red Data Book*. Cambridge, Reino Unido: IUCN/World Conservation Union.
- Krafft, A., J.H. Lichy, T.P. Lipscomb y B. Klaunberg. 1995. Postmortem diagnosis of morbillivirus infection in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Atlantic and Gulf of Mexico epizootics by polymerase chain-reaction assay. *Journal of Wildlife Disease*. 31(3): 410-415.
- Kuehl, D.W. y R. Haebler. 1995. Organochlorine, organobromine, metal and selenium residues in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) collected during an unusual mortality event in the Gulf of Mexico, 1990. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. 28(4): 494-499.
- Leatherwood, S. y R.R. Reeves. 1983. *The Sierra Club Handbook of Whales and Dolphins*. Sierra Club Books. San Francisco, EEUA. 302pp.
- Leatherwood, S., R.R. Reeves, W.F. Perrin y W.E. Evans. 1988. *Whales, Dolphins, and Porpoises of the Eastern North Pacific and Adjacent Arctic Waters: A Guide to Their Identification*. Dover Publications, Nueva York, EEUA. 256pp.
- Lipscomb, T.P., S. Kennedy, D. Moeffett y B. Ford. 1994. Morbilliviral disease in an Atlantic bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) from the Gulf of Mexico. *Journal of Wildlife Disease*. 30 (4): 572-576.
- López Hernández, I. 1997. Interacción de las toninas *Tursiops truncatus*, con la actividad pesquera en la costa de Tabasco, México. Tesis de Maestría en Ciencias, Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 84pp.

- Lusseau, D. 2005. Residency pattern of bottlenose dolphins *Tursiops* spp. in Milford Sound, New Zealand, is related to boat traffic. *Mar Ecol Prog Ser.* 295: 265-272.
- McClave, J.T. y T. Sincich. 2006. *Statistics*. Pearson, Prentice Hall. EEUUA. 935 pp.
- Mendenhall, W. y T. Sincich 1997. *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. 4ª ed. Prentice Hall Hispanoamericana. México. 1182pp.
- Montagu, G. 1821. Description of a species of *Delphinus* which appears to be new. *Mem. Wermerian Nat. Hist. Soc.* 3:75-82
- Moore, D.S. y G.P. McCabe 2006. *Introduction to the Practice of Statistics*. 5ª ed. WH Freeman & Company. Nueva York, EEUUA. 800pp.
- Morteo, E., G. Heckel, R.H. Defran y Y. Schramm. 2004. Distribución, movimientos y tamaño de manadas de delfines nariz de botella al sur de la Bahía de San Quintín, Baja California, Mexico. *Ciencias Marinas*. 30(1A):35-46
- Mullin, K.D. 1989. Comparative seasonal abundance and ecology of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in three habitats of the north-central Gulf of Mexico. *Diss Abs. Int Pt B- Sci & Eng.* Vol. 50, no.2, 147pp.
- Mullin, K.D., R.R. Lohofner, W. Hoggard, C.L. Roden y C.M. Rogers. 1990. Abundance of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in the coastal Gulf of Mexico. *Northeast Gulf Science*. 11(2) 113-122.
- Odell, K. 1975. Status and Aspects of the Life History of the Bottlenose Dolphin, *Tursiops truncatus*, in Florida. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*. 32(7):1055-1058.
- Preen, A. 2004. Distribution, abundance and conservation status of dugongs and dolphins in the southern and western Arabian Gulf. *Biological Conservation*. 118: 205 – 218.

- Quan Kiú Rascón, A.C. 2006. El repertorio de silbidos de tursiones (*Tursiops truncatus*) de la Laguna de Terminos, Campeche, México. Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 74pp.
- Read, A.J., R.S. Wells, A.A. Hohn y M.D. Scott. 1993. Patterns of Growth in Wild Bottlenose Dolphins, *Tursiops truncatus*. *Journal of the Zoological Society of London*. 231:107-123.
- Reza García, N.I. 2001. Distribución y abundancia de *Tursiops truncatus* en la Bahía de Santa María, Sinaloa, México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 59pp.
- Ridgway, S.H. 1972. (ed.). *Mammals of the Sea: Biology and medicine*. Charles C. Thomas. Illinois, EEUA. 256pp.
- Ruiz Boijseauneau, I. 1995. *Distribución y abundancia de Tursiops truncatus Montagu, 1821 (Cetacea: Delphinidae) en la Bahía de Banderas y aguas adyacentes, México*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 112pp.
- Schroeder, J.P. 1990. Breeding Bottlenose Dolphins in Captivity. En: S. Leatherwood y R. R. Reeves (Eds.), *The bottlenose dolphin*, Academic Press, San Diego, EEUA. Pp. 435-446.
- Sellas, A., R. Wells y P. Rosel. 2005. Mitochondrial and nuclear DNA analyses reveal fine scale geographic structure in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Gulf of Mexico. *Conservation Genetics*. 6(5): 715-728
- SEMARNAT. 1999. *Reportaje de Regiones* en línea. Ingresada, 21 de marzo, 2006 en <http://www.semarnat.gob.mx/regiones/terminos-campeche/generalidades.shtml>
- Shane, S.H., R.S. Wells y B. Würsig. 1986. Ecology, Behavior and Social Organization of the Bottlenose Dolphin: A Review. *Marine Mammal Science*. 2(1): 34-63

- Turnbull, B.S. y D.F. Cowan. 1999. Angiomatosis, a newly drecognized disease in Atlantic bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) from the Gulf of Mexico. *Veterinary Pathology*. 36(1): 28-34.
- Turner, J.P. y G.A.J., Worthy. 2003. Skull morphometry of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) from the Gula of Mexico. *J Mammal*. 2(84): 665-672
- Turner, J.S. 2001. Characterizing bottlenose dolphin (genus: *Tursiops*) stocks using haemoglobin, mtDNA, and morphometrics, a comparison of methods. Tesis de Maestría, University of Houston, Texas, EEUUA. 129pp.
- Wells, R.S, L.J. Hansen, A. Baldrige, T.P. Dohl, D.L. Kelly y R.H. Defran. 1990. Northward Extension of the Range of Bottlenose Dolphins Along the California Coast. En: S. Leatherwood y R. R. Reeves (Eds.), *The bottlenose dolphin*, Academic Press, San Diego, EEUUA. Pp. 421-431
- Wilson, B., P.M. Thompson y P.S. Hammond. 1997. Habitat use by bottlenose dolphins: seasonal distribution and stratified movement patterns in the Moray Firth, Scotland. *Journal of Applied Ecology*. 34: 1365-1374
- Yañez Arancibia, A. y J.W. Day. 1982. Ecological Characterization of Terminos Lagoon, a tropical lagoon-estuarine system in the southern Gulf of México. En: Lasserre,P. y Postma, H. (Eds.) *Coastal Lagoons. Oceanologica Acta. Vol. Spec. 5 (4):*431-440.
- Zar, J.H. 1984. *Biostatistical Analysis*. Prentice-Hall Inc. Nueva Jersey, EEUUA. 718pp.