



Centro de Investigaciones Biológicas
Del Noroeste, S. C.

Programa de Estudios de Posgrado

Ecología y Conservación de las Aves Acuáticas del Complejo

Lagunar Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S., México.

Tesis

Que para obtener el grado de

Doctor en Ciencias

en

Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales

(Orientación Ecología)

Presenta

María Bulmara Zárate Ovando

La Paz, Baja California Sur, Febrero del 2007

ACTA DE LIBERACION DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B. C. S., siendo las 12:00 horas del día 20 del Mes de Febrero del 2007, se procedió por los abajo firmantes, miembros de la Comisión Revisora de Tesis avalada por la Dirección de Estudios de Posgrado del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., a liberar la Tesis de Grado titulada:

"Ecología y Conservación de las Aves Acuáticas del Complejo Lagunar Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S., México."

Presentada por el alumno:

Maria Bulmara Zárate Ovando

Aspirante al Grado de DOCTOR EN CIENCIAS EN EL USO, MANEJO Y PRESERVACION DE LOS RECURSOS NATURALES CON ORIENTACION EN Ecología

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron su APROBACION DE LA TESIS, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISION REVISORA



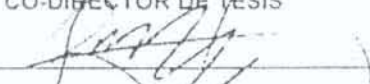
Dr. Eduardo Palacios Castro
DIRECTOR DE TESIS



Dr. César A. Salinas Zavala
CO-DIRECTOR DE TESIS



Dr. Héctor Reyes Bonilla
CO-TUTOR



Dr. Renato A. Mendoza Salgado
CO-TUTOR



Dr. Gustavo Arnaud Franco
CO-TUTOR



DRA. THELMA ROSA CASTELLANOS CERVANTES,
DIRECTORA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Tesis Doctoral en el Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales
(Orientación Ecología)

Ecología y Conservación de las Aves Acuáticas del
Complejo Lagunar Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S.,
México.

María Bulmara Zárate Ovando

Comité Tutorial:

Director de Tesis: Dr. Eduardo Palacios Castro
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

Co-Director de tesis: Dr. César Augusto Salinas Zavala
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, CIBNOR

Co-tutor: Dr. Héctor Reyes Bonilla
Universidad Autónoma De Baja California Sur, UABCS

Co-tutor: Dr. Gustavo Alberto Arnaud Franco
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, CIBNOR

Co-tutor: Dr. Renato Arturo Mendoza Salgado,
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, CIBNOR

Comité Revisor:

Dr. Eduardo Palacios Castro, CICESE
Dr. César Augusto Salinas Zavala, CIBNOR
Dr. Héctor Reyes Bonilla, UABCS
Dr. Gustavo Alberto Arnaud Franco, CIBNOR
Dr. Renato Arturo Mendoza Salgado, CIBNOR.

Jurado del Examen de Grado:

Dr. Eduardo Palacios Castro, CICESE
Dr. César Augusto Salinas Zavala, CIBNOR
Dr. Héctor Reyes Bonilla, UABCS
Dr. Gustavo Alberto Arnaud Franco, CIBNOR
Dr. Renato Arturo. Mendoza Salgado, CIBNOR.
Dr. Aradit Castellanos Vera*, CIBNOR.

*Suplente

Contenido

	Página
Presentación.....	i
Agradecimientos.....	ii
Resumen	iii
Abstract.....	iv
1. Introducción	1
Antecedentes.....	4
Justificación.....	13
2. Objetivos de investigación	15
3. Material y Métodos	17
Área de estudio.....	17
Métodos	19
3.1. Inventario de aves acuáticas y habitats del complejo lagunar de Bahía Magdalena, B. C. S., México (CLBM-A).....	19
Unidades de paisaje (lagunas, zonas, habitats y estado de conservación del litoral).....	21
3.1.1. Frecuencia de ocurrencia espacial de las aves acuáticas en el CLBM-A.....	26
3.1.2. Especificidad y tasa de cambio temporal (entre estaciones del año), y espacial (entre lagunas) de la comunidad de aves acuáticas en el CLBM-A.....	27
3.1.3. Y 3.1.4. Abundancia y densidad relativa de aves acuáticas, temporal y espacial (entre lagunas, zonas, habitats y por estado de conservación del litoral), del CLBM-A.....	27
3.1.5. Especies anidantes.....	29
3.2. Composición específica y abundancia total de aves por gremio.....	30
3.2.1. Densidad de aves por gremio en las temporadas y unidades de paisaje.....	31

3.3. Estructura de la comunidad de aves acuáticas: riqueza, diversidad, equidad y similitud	32
3.4. Selección de áreas importantes para la conservación de las aves en el CLBM-A.....	33
4. Resultados	36
4.1. Inventario de las aves acuáticas del CLBM-A.....	36
4.1.1. Frecuencia de ocurrencia espacial de las aves acuáticas del CLBM-A.....	37
4.1.2. Especificidad, temporal y espacial, de la comunidad de aves acuáticas del CLBM-A	38
Tasas de cambio de especies, temporal y espacial, en el CLBM-A	37
4.1.3. Abundancia relativa, espacial y temporal, de las aves acuáticas del CLBM-A	39
4.1.4. Densidad, temporal y espacial, de las aves acuáticas del CLBM-A	44
4.1.5. Especies anidantes	47
4.2. Composición específica y abundancia por gremios de aves acuáticas del CLBM-A	49
4.2.1. Densidad temporal y espacial de los gremios del CLBM-A	51
4.3. Estructura de la comunidad de aves acuáticas del CLBM-A.....	68
Riqueza	68
Diversidad.....	69
Equidad	72
Similitud.....	75
4.4. Áreas importantes para la conservación de las aves en el CLBM-A.....	83
4.4.1. Priorización de sitios para conservación dentro del manglar	86
5. Discusión general	88
Estructura de la comunidad de aves acuáticas del CLBM-A.....	105
6. Consideraciones finales	116
7. Literatura Citada	124

Lista de Figuras

Página.

Figura 1. Mapa del complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas, donde se muestran las islas, canales y bocas de esta laguna costera. Durante el periodo de estudio se recorrió la costa interna de las lagunas Canal Santo Domingo, Bahía Magdalena y Bahía Almejas 17

a) Abundancia de las aves acuáticas según su temporalidad y b) Curvas de rangos de abundancia de las especies:

Figura 2. En las zonas del CLBM-A..... 40

Figura 3. En las lagunas del CLBM-A 41

Figura 4. En los habitats del CLBM-A. 42

Figura 5. En el litoral con diferente estado de conservación 43

Figura 6. En las temporadas..... 43

Densidad de las aves acuáticas:

Figura 7. Durante las temporadas en el CLBM-A 44

Figura 8. En las zonas del CLBM-A..... 45

Figura 9. En las lagunas del CLBM-A 45

Figura 10. En los habitats del CLBM-A 46

Figura 11. En el litoral con diferente estado de conservación del CLBM-A..... 47

Figura 12. Riqueza y abundancia de aves acuáticas por gremio, en el CLBM-A 50

Densidad de aves acuáticas por gremio, en las temporadas y unidades de paisaje:

Figura 13. De los pelecanidos en las temporadas en el CLBM-A 53

Figura 14. De las aves playeras y láridos durante las temporadas en el CLBM-A 53

Figura 15. De las aves zancudas y anátidos durante las temporadas en el CLBM-A..... 54

Figura 16. De anátidos y aves buceadoras durante las temporadas en el CLBM-A.....	55
Figura 17. De pelecánidos en las lagunas del CLBM-A.....	56
Figura 18. De aves playeras y láridos en las lagunas del CLBM-A	57
Figura 19. De aves zancudas, anátidos y aves buceadoras en las lagunas del CLBM-A	58
Figura 20. De aves terrestres en las lagunas del CLBM-A.....	58
Figura 21. De rálidos en las lagunas del CLBM-A.....	59
Figura 22. De pelecánidos y láridos en las zonas del CLBM-A.....	60
Figura 23. De anátidos y aves zancudas en las zonas del CLBM-A	61
Figura 24. De pelecánidos en los habitats del CLBM-A	62
Figura 25. De láridos en los habitats del CLBM-A	63
Figura 26. De aves playeras, zancudas y terrestres en los habitats del CLBM-A	64
Figura 27. De aves buceadoras y anátidos en los habitats del CLBM-A.....	65
Diversidad de aves acuáticas:	
Figura 28. Durante las temporadas en el CLBM-A	69
Figura 29. En las zonas del CLBM-A.....	70
Figura 30. En las lagunas del CLBM-A	70
Figura 31. En los habitats del CLBM-A	71
Figura 32. En el litoral con diferente estado de conservación	72
Equidad de la comunidad de aves:	
Figura 33. Durante las temporadas en el CLBM-A	73
Figura 34. En las zonas del CLBM-A.....	73
Figura 35. En las lagunas del CLBM-A	74

Figura 36. En los habitats del CLBM-A	74
Figura 37. En el litoral con diferente estado de conservación	75
Similitud relativa de las aves acuáticas en:	
Figura 38. El manglar en las temporadas del año en el CLBM-A.....	78
Figura 39. El manglar de las costas insular y peninsular del CLBM-A	78
Figura 40. El manglar de las lagunas del CLBM-A	79
Figura 41. El manglar de la costa con diferente estado de conservación	79
Figura 42. Las dunas en las temporadas del año en el CLBM-A	80
Figura 43. Las dunas de las costas del CLBM-A	80
Figura 44. Las dunas de las lagunas del CLBM-A.....	81
Figura 45. La playa arenosa en las temporadas del año en el CLBM-A	81
Figura 46. La playa arenosa de las costas del CLBM-A	82
Figura 47. La playa arenosa de la costa con diferente estado de conservación del CLBM-A	82
Figura 48. Valor de aptitud de los habitats del CLBM-A.....	86

Lista de Tablas

	Página.
Tabla I. Cronología del trabajo de campo, censos de aves acuáticas	19
Tabla II. Longitud de litoral recorrida por temporada y unidad de paisaje en el CLBM-A	29
Tabla III. Categorías de agregación-comportamiento para asignar puntajes a las aves acuáticas según su abundancia en la región.....	34
Tabla IV. Pruebas Kruskall-Wallis de los rangos de densidad y prueba de medianas Chi-cuadrada de la densidad entre temporadas y unidades de paisaje.....	47
Tabla V. Sitios de anidación de las aves acuáticas del complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S., se indica el número de sitios de anidación/especie que se registraron en las lagunas del áreas d estudio	48
Tabla VI. Pruebas Kruskall-Wallis de la densidad de los nueve gremios de aves acuáticas entre estaciones del año y unidades de paisaje	66-67
Tabla VII. Pruebas Kruskall-Wallis de la diversidad de aves acuáticas entre estaciones del año y unidades de paisaje.....	72
Tabla VIII. Pruebas Kruskall-Wallis de la equidad de aves acuáticas entre estaciones del año y unidades de paisaje.....	75
Tabla IX. Orden de importancia de los criterios ecológicos y sus pesos.....	83
Tabla X. Matriz de la valoración ecológica de los habitat o alternativas de conservación con base en los criterios.....	84
Tabla XI. Matriz con los valores de las alternativas cuantificadas por las funciones de valor	85
Tabla XII. Matriz con los valores de aptitud de cada habitat con base en los criterios.....	85
Tabla XIII. Matriz con los valores de aptitud más altos de los segmentos de manglar de las lagunas	87

Presentación

En esta tesis se examinan los patrones de distribución de las aves acuáticas con base en su presencia-ausencia, abundancia y densidad en el litoral interno del complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas. El análisis de estos patrones se discute a diferentes escalas espaciales y sustenta la importancia de los habitats y el efecto que estos tienen en esta comunidad aviar y gremios que la integran.

El inventario de aves acuáticas realizado en el área de estudio, fue la base de este conocimiento el cual permitió a su vez identificar sitios para la conservación de las aves acuáticas de este humedal.

La tesis integra las publicaciones que se han generado con este trabajo, las que son citadas en la temática correspondiente como anexos (II y III):

- ✓ (Anexo II). Waterbirds of the Lagoon Complex Magdalena Bay-Almejas, Baja California Sur., México. Zárate-Ovando, B., E. Palacios, H. Reyes-Bonilla, E. Amador y G. Saad. 2006. *Waterbirds* 29(3):350-364.
- ✓ (Anexo III). Estructura de la comunidad y asociación de las aves acuáticas con la heterogeneidad espacial del complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas, Baja California Sur, México. Bulmara Zárate-Ovando, Eduardo Palacios & Héctor Reyes-Bonilla. *Revista de Biología Tropical* (en Rev.).

Agradecimientos

A todas las personas que participaron de alguna u otra manera en el desarrollo de este trabajo agradezco su apoyo.

Agradezco a mis directores, Dr. Eduardo Palacios Castro y Dr. César Salinas Zavala por el apoyo que me han brindado en mi formación académica, su confianza y comentarios que fueron para mí siempre un estímulo. Al Dr. Eduardo Palacios Castro por permitirme participar e integrarme a sus proyectos, sin su confianza y participación durante estos años no hubiera sido posible llevar a cabo este trabajo.

Agradezco al Dr. Héctor Reyes Bonilla por su apoyo en mi formación académica y por sus comentarios frecuentes que enriquecieron el contenido y forma de este trabajo.

Agradezco a si mismo al Dr. Gustavo Arnaud Franco y Dr. Renato Mendoza su entusiasmo, asesoría y comprensión para llevar a cabo este trabajo.

Agradezco a la Dra. Thelma Castellanos Cervantes y a sus colaboradores del Programa de Posgrado del CIBNOR por su apoyo profesional y su guía a lo largo de estos años.

Al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, CIBNOR el apoyo académico, administrativo, económico y de infraestructura para mi formación durante el posgrado. Sobre todo al personal, por su calidez y disposición al trabajo con la mejor actitud.

A CONACyT por otorgarme la beca número 95805.

Al Acta de Conservación de Humedales Norteamericana (NAWCA) por el financiamiento al proyecto 98210-1G040 que a través de PRONATURA Noroeste A. C. (Dirección de Conservación de B. C. S.), permitió el desarrollo y difusión de esta investigación.

Al Centro Pronatura Información para la Conservación del Noroeste de México (CPIC) por desarrollar el Sistema de Información Geográfica de las aves acuáticas y del área de estudio.

A la colaboración de Roberto Carmona y el equipo de ornitólogos de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS), por su entusiasta colaboración en el trabajo de campo y por la pre-edición de los datos de campo.

A la Escuela para Estudios de Campo (SFS) de Puerto San Carlos por su colaboración en este proyecto.

A Rodrigo Rangel A. por su apoyo en el trabajo de campo.

Agradezco los comentarios de Francisco de Lachica Bonilla y Volker Koch que enriquecieron el contenido y forma de este trabajo.

Dedicatoria

Para

Claudia, Itzel y Roberto

A la memoria de mi padre Guillermo Zárate Hernández

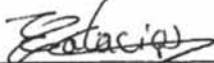
Y a toda mi familia y amigos

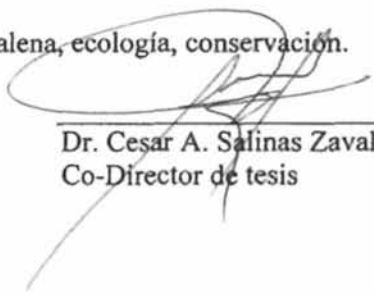
Resumen

Con el fin de evaluar y sustentar la importancia del complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas para la conservación de las aves acuáticas, en este trabajo se integró un inventario sistemático de las aves acuáticas que dependen de este complejo lagunar; se analizó la distribución espacial y temporal de las especies; se determinaron los atributos de la comunidad y se compararon entre temporadas y unidades de paisaje. La información acerca de las características de los habitats y de las poblaciones de aves en el área de estudio, se obtuvo mediante 12 censos costeros de aves en 329 segmentos de habitat de la línea de costa y zona pelágica interna del complejo lagunar, de febrero 2002 a febrero 2003. Se censaron 207,383 individuos de 80 especies pertenecientes a 43 géneros, 20 familias y 11 órdenes. Más de la cuarta parte de las 80 especies (23) anida en el complejo lagunar, y siete taxa ostentan categorías de riesgo. Diez especies fueron las más comunes, mientras que la mayoría fueron ocasionales a lo largo del litoral. Los gremios con mayor número de individuos fueron los pelecanidos (54%), seguidos de las aves playeras (23%) y láridos (14%). En el canal Santo Domingo, la riqueza específica mayor (63 especies) fue en otoño. En cambio, en Bahía Magdalena se observó la mayor abundancia relativa (50,082 aves) en la misma temporada. Las aves migratorias explicaron los cambios espacio-temporales en la riqueza específica. En contraste, los pelecanidos residentes fue el gremio con el número mayor de individuos y explicó la variación de la abundancia y densidad de aves. El manglar fue el habitat con la mayor riqueza específica, sobre todo en segmentos del Canal Santo Domingo. Mediante un diseño jerarquizado de datos de presencia-ausencia, de abundancia y densidad de las aves por segmento, y análisis estadísticos *ad hoc* se evidenció que la

comunidad de aves está estructurada por la heterogeneidad espacial. Las aves acuáticas mostraron especificidad temporal y espacial baja, ya que el porcentaje menor de especies de la comunidad se presentó solo en una temporada o unidad de paisaje, esto es, la mayoría de las especies fueron raras. Por su riqueza de especies anidantes, este humedal es el más relevante en el contexto regional. Con base en el conocimiento de la abundancia y riqueza relativa de las aves en los habitats, la distribución espacial y temporal, y las especies con categorías de conservación y anidantes, se encontró que el manglar es el habitat con el valor ecológico (aptitud S) mayor para la conservación de las aves acuáticas ($S = 5.0$) en el complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas, seguido de las dunas y el mangle-dunas ($S = 4.46$ y 3.52). Los sitios prioritarios con aptitud más alta ($S > 2.0$) dentro del manglar en su mayoría se localizaron en Canal Santo Domingo (77%; $S: 2.03-3.56$) en comparación con Bahía Magdalena (3%; $S: 2.03-3.1$) y Bahía Almejas (1%; $S: 2.38$). Para la conservación de las aves acuáticas del complejo lagunar se propone: declarar el humedal como área de protección de flora y fauna; determinar zonas de uso limitado, bajo control y de uso tradicional compatible con la conservación en aquellos sitios con alta concentración de aves acuáticas residentes y migratorias; designar zonas de protección (ya sea como refugio o santuarios) para las colonias y sitios de anidación; implementar mecanismos de conservación de tierras privadas; y diseñar e implementar un programa de monitoreo que apoye a los programas de manejo de especies anidantes y zonas de protección.

Palabras Clave: Aves acuáticas, Bahía Magdalena, ecología, conservación.


Dr. Eduardo Palacios Castro
Director de tesis


Dr. Cesar A. Salinas Zavala
Co-Director de tesis

Abstract

With the aim of assessing and justifying the importance of Magdalena Bay–Almejas lagoon complex to waterbird conservation, a systematic inventory of waterbird species was developed; the spatial and temporal distribution of the species was analyzed; and community attributes were determined and compared among seasons and landscape units. Information on the characteristics of habitats and bird populations were gathered through 12 coastal censuses in 329 habitat segments on the coastal line and the internal pelagic zone of the lagoon complex, from February 2002 through February 2003. A total of 207,383 individuals belonging to 80 species in 43 genus, 20 families and 11 orders were recorded. Twenty three out of these 80 species nest in the lagoon complex, and seven are listed as endangered, threatened, or species of concern. Ten species were the most common, while most of them were occasional along the littoral. Guilds with the largest number of individuals were pelecanids (54%), followed by shorebirds (23%), and larids (14%). The highest specific richness (63 species), was found in the Santo Domingo Channel during autumn. In the same period, the highest relative abundance (50,082 birds) was found in Magdalena Bay. Migratory birds explained spatial-temporal changes in specific richness. In contrast, resident pelecanids was the guild with the highest number of individuals and explained the variation of birds abundance and density. Mangroves was the most diverse habitat, particularly in segments located in the Santo Domingo Channel. Evidence obtained by applying a ranked presence-absence and bird density per segment data design, together with *ad hoc* statistical analysis, suggests that the bird community is structured according to the spatial heterogeneity. Waterbirds showed low temporal and spatial specificity, as a

lower species percentage was found only in one season or landscape unit, most of them considered as rare in this study. The higher richness of nesting species in this wetland makes it the most relevant in a regional context. Based on the knowledge of relative abundance and richness of bird among the habitats, of birds spatial and temporal distribution, of nesting species, and those with special conservation status, it was found that mangrove habitat has the highest ecological value (S suitability) to waterbird conservation ($S = 5.0$) in the Magdalena Bay - Almejas lagoon complex; followed by dunes and mangrove – dunes systems, with $S = 4.46$ and 3.52 , respectively. Most priority sites with the highest suitability ($S > 2.0$) in the lagoon complex were found in Santo Domingo Channel (77% of S : 2.03-3.56), as compared to Magdalena Bay (3%; S : 2.03-3.1), and Almejas Bay (1%; S : 2.38). Protection and conservation of waterbirds in this wetland could be achieved by: declaring this wetland as flora and fauna protection area; determining specific limited, under control, and traditional use zones, compatible with conservation zones, in those sites with high concentrations of resident and migratory waterbirds; designate protection areas (either as refuges or sanctuaries) for colonies and nesting areas; implement mechanisms of private land conservation; and design and implement monitoring programs to support management plans of nesting species and protection areas.

Key words: Waterbirds, Bahía Magdalena, ecology, conservation

INTRODUCCIÓN

La fragmentación, degradación y pérdida de hábitat natural es la causa principal de los problemas de conservación de las aves acuáticas (Weller 1999, Boere y Rubec 2002, Wetlands International 2002, Boere *et al.* 2005, Wetlands International 2006). En consecuencia, la clave para conservar a las aves acuáticas es conservar los hábitats de los cuales dependen. En la península de Baja California, la pérdida de áreas de humedal no ha sido tan grave como en el resto de México y en las costas de los EEUU (Weller 1999). Sin embargo, el incremento de la población humana y sus actividades asociadas en esta región, pueden provocar cambios en las lagunas costeras y afectar a las comunidades de aves.

Parte del hábitat natural de los humedales asociados a las ciudades (estero de Punta Banda, Ojo de Liebre-Guerrero Negro y la Ensenada de La Paz) que se ubican en la franja costera de la península de Baja California, ha sido fragmentado. Los cambios del uso de la tierra, generado por el incremento poblacional, como el desarrollo habitacional, el turístico-residencial, la acuicultura extensiva, agricultura, ganadería, y la infraestructura pesquera, portuaria y salinera, las plantas termoeléctricas, imponen una huella característica sobre el paisaje y producen diferentes patrones de fragmentación y pérdida de hábitat.

Probablemente estas actividades humanas han ocasionado cambios en las comunidades de aves acuáticas que aun no han sido cuantificados. Por lo tanto, es necesario que antes de desarrollar actividades de cualquier índole en las lagunas costeras de Baja California Sur, se evalúe el efecto de la heterogeneidad espacial en los atributos de las comunidades de aves acuáticas. Esta información proveerá fundamentos para la

conservación de las aves acuáticas y sobre el papel que juegan estos ecosistemas para el mantenimiento de la diversidad biológica.

La diversidad de especies es el atributo más utilizado para comparar comunidades de áreas diferentes (Ricklefs 2003). La riqueza de especies, la forma más simple de este atributo, ha sido indicador prioritario para evaluar y establecer áreas naturales protegidas. Esto se explica por la carencia de información acerca de la abundancia de las especies ó de los otros atributos de la comunidad, así como por la facilidad de su interpretación (Primack 2002) .

Los inventarios son la herramienta básica para realizar diagnósticos ecológicos de comunidades naturales. Estos establecen líneas base de información que permiten identificar a través de programas de monitoreo *ad hoc.*, condiciones de antes y después (Yoccoz *et al.* 2001, Norris y Pain 2002, Sutherland *et al.* 2004).

Con estos datos básicos, se integran elencos de especies, aspectos descriptivos de la biota en general de los sitios y se cuantifican atributos de la comunidad de las áreas de estudio mediante los cuales se pueden discernir sitios de cambio (Clarke y Warwick. 2001, McCune y Grace 2002, Dangles y Malmqvist 2004) provocados por factores naturales o actividades humanas (Gill *et al.* 2001), y registrar la dirección de los efectos sobre la comunidad (Clarke y Warwick. 2001).

Las lagunas costeras de la península de Baja California son muy importantes para las aves acuáticas residentes y migratorias de la ruta del Pacífico. Las aves usan estos ecosistemas como sitio de invernación, reproducción o como descanso, en sus movimientos migratorios entre sus zonas de reproducción en el norte, y de invernación en el sur. Los

factores que promueven alta riqueza y abundancia de aves en estos sitios, incluyen las condiciones climáticas estables, el alimento, y los tipos y variedad de habitats.

La península de Baja California se ubica en una zona de transición entre la templada y subtropical, por lo que esta región es para varias especies el límite de su distribución más sureño o norteño.

Los estudios sobre la distribución de las especies o de la comunidad de aves acuáticas del Complejo Lagunar Bahía Magdalena-Almejas (CLBM-A) son escasos. La mayoría de estos, se han centrado en poblaciones locales y aspectos reproductivos de el águila cabeza blanca (*Haliaeetus leucocephalus*; Conant *et al.* 1984, Henny *et al.* 1993, Amador y Guzmán-Poo 1994), el águila pescadora (*Pandion haliaetus*; Everett 1989, Henny *et al.* 1993), la tijereta (*Fregata magnificens*; Moreno y Carmona 1988b) ó el estatus estacional de las aves acuáticas en la isla Margarita (Amador 1985). Sólo se ha realizado un estudio sobre la comunidad de aves en sitios particulares de este humedal (Amador *et al.* 2006).

Con base en censos de aves acuáticas de la costa interna CLBM-A, analizamos la relación entre la composición de la comunidad de aves acuáticas, su densidad y la diversidad con las unidades fisiográficas y de paisaje (lagunas, zonas y habitats), así como con la condición de disturbio de la línea de costa sobre los atributos de la comunidad aviar.

ANTECEDENTES

El conocimiento acerca de las aves acuáticas de los humedales de la península de Baja California se ha generado a partir de censos por localidad, ya sea por ornitólogos profesionales o por aficionados a la observación de las aves. Los primeros trabajos publicados y las cartas de colectores y naturalistas (Nelson, 1922) que visitaron la península a principios del siglo XIX fueron compilados por Grinnell (1928). Este compendio sobre la distribución de la avifauna de la península de Baja California fue después actualizado por Wilbur (1987). A partir de dicho trabajo, el número de publicaciones sobre la distribución y abundancia de las aves de la península ha aumentado (Mellink 2005).

La investigación en los últimos 25 años, ha demostrado que la abundancia y diversidad de aves acuáticas en los humedales de la península de Baja California aumenta considerablemente en otoño e invierno (Escofet *et al.* 1988, Fernández-Aceves 1993, Guzmán *et al.* 1994, Palacios *et al.* 1994, Carmona 1995, Carmona y Danemann 1998, Fernández *et al.* 1998, Carmona y Carmona 2000, Castillo-Guerrero y Carmona 2001, Danemann *et al.* 2002). En parte, esto se debe a que la península se localiza en una de las rutas migratorias de aves acuáticas más importantes del continente, el corredor del Pacífico, y además es una zona biogeográfica de transición entre las regiones subtropical y templada.

El programa de monitoreo a largo plazo más importante que ha existido en Norteamérica, al cual México se adhirió desde 1940's, y abarca al CLBM-A es el de patos y gansos (U.S. Fish and Wildlife Service, USFWS) (Massey y Palacios, 1994). Los objetivos de este programa son ubicar sitios de concentración, estimar la abundancia de aves de este grupo e identificar las causas de la fluctuación poblacional de especies tales

como el ganso de collar *Branta bernicla* que es de interés cinegético (Carrera González y de la Fuente de León 2003). Otro programa es el de aves playeras, la investigación en los humedales de región abarca también al área de estudio. Inicio desde los 1970's con el objetivo de estimar la abundancia de aves de este grupo (Sanders y Sanders 1981, Page *et al.* 1997).

A pesar del incremento en el número de publicaciones de aves acuáticas en los últimos años (Mellink, 2005) los estudios enfocados a la ecología de comunidades de aves acuáticas son escasos en la región (Escofet *et al.* 1988, Carmona 1995, Amador *et al.* 2006). En Punta Banda, humedal de 40 km de línea de costa con cuatro habitats predominantes (sustrato antrópico, dunas, marismas y planicie de inundación), Escofet *et al.* (1988) encontraron una riqueza de 49 especies de aves acuáticas, e identificaron a las aves playeras y garzas como los grupos dominantes. La riqueza y la similitud en la composición mayor la encontraron en las marismas y planicie de inundación, habitats que se localizan en el fondo de este cuerpo lagunar.

En el complejo lagunar, Amador (1985) realizó un inventario de las aves acuáticas en la isla Santa Margarita. Y a partir de datos de presencia-ausencia describió la distribución de 57 especies en 15 localidades de esta isla. Además ubicó la cronología reproductiva y los sitios de anidación de 13 especies.

Recientemente Amador *et al.* (2006) realizaron un estudio sobre la comunidad de aves en el Estero Rancho Bueno (sitio que se encuentra al sur de Bahía Almejas). En este sitio encontraron 43 especies de aves acuáticas; la mayor diversidad en invierno y disminución de esta hacia verano; la mayor abundancia de aves acuáticas la encontraron en áreas abiertas y la equidad mayor en el manglar.

En la Ensenada de La Paz, humedal con planicies de inundación, parches de manglar y playa arenosa, se encontró que la diversidad de aves acuáticas aumenta en el periodo invernal y disminuye hacia verano (Carmona 1995).

La información sobre la comunidad de aves en los humedales, cuantificada a diferentes escalas espaciales y considerando como unidad de muestreo segmentos de habitat es fundamental para la conservación de las aves acuáticas puesto que se ha comprobado que el tipo y variedad de hábitats de los humedales costeros, son los factores más relevantes que afectan la diversidad local de aves (Weller 1999, Hattori y Mae 2001) porque condicionan la presencia de taxa específicos.

Las comunidades consisten en poblaciones de individuos de diferentes especies que viven e interaccionan entre sí y con el ambiente, es decir, compiten por espacio, alimento y otros recursos, según las capacidades funcionales y de tolerancia de las especies (Pianka 1974, Ricklefs 1990, Gill 1995). Por lo tanto, están definidas por asociaciones espaciales, funcionales, taxonómicas y por interacciones intra e interespecíficas dinámicas a través de la cadena alimentaría (Ricklefs 2003).

Las comunidades carecen de fronteras precisas, más bien ocurren reemplazos de especies a lo largo de gradientes, pero rara vez se encuentran aisladas (Ricklefs y Schluter 1993). Además estas dependen de las interacciones con el ambiente, de la configuración geográfica y de la condición ecológica de los habitats, es decir, de la diversidad de los recursos.

Las relaciones de las aves con el habitat se basan en datos de presencia, abundancia o localización de sitios de anidación. A través de la comparación de estos datos en habitats de diferente área, se evalúan dichas asociaciones y se obtiene información sobre el estado

de las comunidades, su identidad ecológica, su relación con elementos y factores ambientales tales como la complejidad y heterogeneidad de habitat, el efecto del disturbio sobre comunidades (Bendell-Young *et al.* 2000, Robinson *et al.* 2000, Norris *et al.* 2003), o especies. En estos estudios se ha comprobado que los factores ambientales naturales o inducidos por las actividades humanas, ocasionan cambios en los patrones de abundancia, densidad, diversidad y distribución de las aves acuáticas.

Las interacciones entre especies, como la presencia de depredadores, tanto invertebrados (Atkinson *et al.* 2001) como vertebrados -aves rapaces- (Pomeroy 2006, Pomeroy *et al.* 2006), y mamíferos terrestres (Atkinson *et al.* 2001, Peresbarbosa y Mellink 2001), o la competencia (Lewis *et al.* 2001) tienen efecto en la presencia-ausencia de las especies y pueden disminuir la diversidad por la eliminación de taxa (extinciones locales) o causar que algunas aves pasen grandes periodos de tiempo en parches específicos, mientras que otras se distribuyan en forma oportunista hacia mosaicos con sitios o habitats de mayor calidad en cuanto a sitios de alimentación, descanso o refugio (Skagen y Knopf 1994, Atkinson *et al.* 2001, Haight *et al.* 2002).

La diversidad de especies es el atributo más usado para comparar comunidades de áreas diferentes. La riqueza de especies, la forma más simple de este atributo, ha sido indicador prioritario para evaluar y establecer áreas naturales protegidas. Esto se explica por la carencia de información sobre la abundancia de las especies o de los otros atributos de la comunidad, y por la facilidad de su interpretación.

Históricamente, los esfuerzos de conservación de las aves en Norte América se han enfocado en la protección legal, manejo de habitat, manejo poblacional, y aspectos humanos tales como la creación de programas para la observación de aves; para mitigar los

efectos de las pesquerías que afectan el habitat donde las aves se alimentan; o los que coadyuvan a mitigar la mortalidad de las aves causada por artes de pesca industrial, entre otros (Anónimo 1999, Weller 1999).

Con base en estos esfuerzos, en las décadas pasadas proliferaron las iniciativas de conservación (North American Waterfowl Management Plan; Partners in Flight; The U. S. and Canadian Shorebirds Conservation Plans; Waterbird Conservation for the Americas; The Northern Bobwhite Conservation Initiative, y otras iniciativas para las aves cinegéticas), que bajo la coordinación de North American Bird Conservation Initiative (NABCI) (Kushlan *et al.* 2002), han establecido acciones de conservación para varios grupos de aves, particularmente en patos y gansos a escala continental, así como numerosas actividades de planeación a escala local o regional.

Estos esfuerzos han resultado en la expansión de la cooperación entre las partes involucradas para implementar los objetivos de conservación mediante la creación de coaliciones y una regionalización de las áreas de conservación de aves (Birds Conservation Regions BCRs, conocidas en México como Áreas Importantes para la Conservación de las Aves de América del Norte AICAs), con la participación de agencias federales y estatales de vida silvestre, y organizaciones no gubernamentales (ONGs).

La información generada sobre el estatus de las poblaciones de aves (Kushlan *et al.* 2002, Wetlands International 2002, Wetlands International 2006), producto de una amplia variedad de programas de monitoreo, ha sido básica para la planeación e implementación de esfuerzos de conservación. Esta información ha sido obtenida mediante la aplicación de diferentes enfoques y metodologías. Estos enfoques incluyen: 1) El de especies particulares, que se aplica a especies que sus poblaciones están declive, tales como patos y

gansos. 2) El de conservación integral de los ecosistemas, que incluye tanto a poblaciones de especies como a sus hábitats a nivel paisajístico, y provee beneficios a especies ligadas a aquellas de interés particular, y se basa en similitudes relativas de tipos de hábitat (Anónimo, 2000).

El plan de conservación para las aves acuáticas de Norteamérica en el que está incluido México, a través de las AICAs (Kushlan *et al.* 2002) considera objetivos dirigidos a poblaciones de especies y hábitats de las aves acuáticas, sobre la base del conocimiento de sus requerimientos, tolerancias y factores limitantes a lo largo de la historia de vida de las especies. En adición, el plan considera factores no biológicos como el uso de la tierra y actitudes públicas (Kushlan *et al.* 2002, Norris y Pain 2002). La implementación de estos enfoques, requiere de acciones de protección y conservación de poblaciones de aves de forma integral, en las que las necesidades de manejo de cada grupo de especies sean consideradas como estrategias a nivel paisajístico.

Iniciativas internacionales de conservación de aves y hábitats individuales, son las que se implementan para las aves migratorias que viajan grandes distancias a través del continente. Estas aves hacen pausas breves en una serie de áreas geográficas pequeñas donde las aves se concentran. Las áreas de paraderos o apostaderos migratorios son considerados como áreas críticas, porque concentran poblaciones importantes de algunas especies y una riqueza específica alta, incluyendo especies con categoría de riesgo, sobre todo en sitios con un nivel de amenaza alto en términos de supervivencia para ciertas especies (Brown *et al.* 2001, Rutledge *et al.* 2001).

La supervivencia de las aves acuáticas migratorias depende principalmente de los recursos alimenticios que les proveen estas áreas, ya que áreas que les provean de alimento

y sin amenazas incrementarían las posibilidades de estas especies para alcanzar sus objetivos de migración (Atkinson *et al.* 2001, Kushlan *et al.* 2002, Norris *et al.* 2003). En el caso de las aves acuáticas que se reproducen en colonias, las iniciativas de conservación abarcan una escala espacial mayor, debido a su distribución amplia (Weller 1999, Kushlan *et al.* 2002).

En el caso de grupos de aves como los playeros fue hasta 1985 que se reconoció que las especies de este grupo se distribuyen y dependen de los sitios donde hacen sus escalas a nivel continental. Actualmente, se están realizando monitoreos sistemáticos para cuantificar las poblaciones de playeros en redes de sitios clave, conocidos por concentrar aves masivamente. En total, se han establecido 57 reservas en la red Hemisférica de Reservas para Aves Playeras (RHRAP) distribuidas en Argentina, Brasil, Surinam, Perú, México, EE.UU. y Canadá. El objetivo de estas reservas es designar y mantener un número suficiente de sitios con calidad aceptable y con localización idónea para sostener las especies de aves playeras y sus poblaciones actuales a través de las Américas. En estos sitios las acciones de manejo para este grupo de aves afectan positivamente a la avifauna del sitio. En Baja California Sur la Laguna Ojo de Liebre- Guerrero Negro, parte de la Reserva de la Biosfera del Vizcaíno y la Ensenada de La Paz forman parte de la red Hemisférica. Aunque en estas lagunas se concentra temporalmente el número de especies migratorias y riqueza mayor de playeros que en otros humedales de la península (Carmona y Danemann 1998, Danemann y Carmona 1998, Danemann *et al.* 2002).

Finalmente, las Áreas Naturales Protegidas (ANP) de Baja California Sur que tienen franja costera conservan sitios donde concurren gran parte de las aves acuáticas que se registran en los humedales de la península, pero dentro de las ANPs las aves acuáticas

reproductivas están sobrevaluadas, ya que la riqueza de especies anidantes en aquellas es menor a la del CLBM-A (Conant *et al.* 1984, Amador 1985, Everett 1989, Henny *et al.* 1993, Amador y Guzmán-Poo 1994, Massey y Palacios 1994, Palacios *et al.* 1994, Carmona *et al.* 1995, Zárate-Ovando *et al.* 2006) y las magnitudes de las colonias de las especies que anidan en las primeras (Massey y Palacios 1994, Carmona y Danemann 2000, Danemann y Carmona 2000, Castellanos *et al.* 2001) son menores a los que se registran en el área del CLBM-A.

El manglar, hábitat productivo que alberga alta diversidad de diferentes organismos (Whitmore *et al.* 2005) por su estructura vertical provee a las aves de sitios de anidación, alimentación, refugio, muda y descanso. Este hábitat no se encuentra considerado en las ANPs puesto que la mayoría de ellas no comprenden la zona federal marítimo-terrestre donde se encuentra este hábitat en los humedales costeros. La norma NOM-059-SEMARNAT-2001 establece las especies de mangle bajo protección. Y la NOM-022-SEMARNAT-2003 especifica especialmente la protección de los manglares; y de manera genérica, el manglar está considerado en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (2003).

En el CLBM-A principalmente en la laguna norteña y sureña de este humedal, la cobertura de este bosque tropical es mayor que en cualquier otro humedal de la península, (Zárate-Ovando *et al.* 2006).

Por lo anterior, es necesario realizar un análisis de sitios prioritarios en el CLBM-A que considere la frecuencia de ocurrencia en la franja costera del área de estudio de aves anidantes, de las que tengan categorías de conservación a escala local, regional o continental, para determinar la importancia biológica de los sitios.

La identificación de áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad es una herramienta que se aplica a diferentes escalas espaciales, para hacer eficientes los esfuerzos de conservación.

Las metodologías para conseguir dicha priorización difieren en que algunas evalúan la importancia de los sitios con base en un criterio, por ejemplo por el número de individuos de la población de una especie a lo largo de su distribución (Pérez-Arteaga *et al.* 2002), o la riqueza de especies (Norris y Pain 2002). Tal es el caso del análisis de complementariedad (Margules *et al.* 2002), que selecciona sitios dependiendo de la proporción de especies nuevas que aporta cada sitio.

Las especies que han recibido más atención para la conservación de sitios son las especies amenazadas; las que representan mayor historia evolutiva; las especies cuya conservación considera a otras especies como son: las especies clave, bandera y sombrilla, las aves son consideradas como banderas o sombrillas para la conservación (Norris y Pain 2002); otro criterio para la conservación de sitios es asegurar la continuidad de procesos ecológicos y evolutivos.

El valor ecológico de los sitios se relaciona con los atributos de las comunidades biológicas, tales como la diversidad de especies, rareza (Norris y Pain 2002); o con la naturalidad de los sitios, su tamaño y representatividad (en área o longitud); o con los servicios ecológicos que brinda el área o valores económicos, incluyendo la belleza del paisaje e interés científico.

La metodología para la selección de sitios que se aplique dependerá primariamente de los objetos a conservar y del tipo de información disponible. El objetivo de esta parte del trabajo es aplicar un método de evaluación que permita identificar áreas naturales que

tengan el valor ecológico mayor, para que sean consideradas en planes de manejo, para la conservación de las aves acuáticas del CLBM-A.

JUSTIFICACIÓN

El CLBM-A es el humedal costero más grande de la península de Baja California y debido a su alta productividad, ha sido clasificado como un área prioritaria nacional (CONABIO 1998) e internacional para conservación (CONABIO 1998, Comisión para la Cooperación Ambiental 1999, Lance *et al.* 2005). Este humedal también ha sido identificado como uno de los Centros de Actividad Biológica más importantes en el Pacífico Mexicano (Lluch-Belda 2000), y como un Área Importante para las Aves en México (AICA 104) (Comisión para la Cooperación Ambiental 1999).

A pesar de su relevancia ecológica y económica, esta área carece de ordenamientos ecológicos y figuras de protección oficial. El crecimiento poblacional y las actividades humanas desarrolladas en la línea costera tales como acuacultura extensiva, pesca ribereña, desarrollos industrial localizado y turístico, podrían amenazar los hábitats naturales de los cuales depende la avifauna.

Las aves acuáticas son buenos indicadores de biodiversidad regional (Turpie 1995, Schulze *et al.* 2004, Whitmore *et al.* 2005) y de la calidad ambiental (Wetlands International 2002, Wetlands International 2006) ya que responden a cambios en los humedales, ya sea por factores naturales o aquellos inducidos por el humano y sus actividades asociadas. Las aves acuáticas también son útiles para medir el éxito de acciones de restauración de hábitats (Weller 1995, Atkinson *et al.* 2001, Primack 2002, Shuford y Molina 2004).

Por estas razones se considera que los estudios sobre la distribución espacial de las especies en una localidad y los de la comunidad aviar en unidades de paisaje, constituyen insumos esenciales en las herramientas de planeación y conservación de las aves acuáticas, sus habitats y la biodiversidad.

Así, en este estudio se planteó:

- 1) integrar un inventario de las aves acuáticas del CLBM-A;
- 2) explicar los patrones de la abundancia, densidad, riqueza, diversidad y composición de la comunidad de aves acuáticas a diferentes escalas espaciales (a nivel de habitat; entre lagunas y zonas; y regional);
- 3) analizar si la heterogeneidad espacial a nivel de habitat es un factor que estructura la comunidad;
- 4) realizar la selección de sitios para conservación mediante análisis multicriterio; y
- 5) proponer herramientas legales para la conservación de las aves acuáticas en el área de estudio.

La hipótesis general establece que la ubicación geográfica y el desarrollo histórico del CLBM-A, han determinado la heterogeneidad espacial, elementos que de manera semejante determinan y explican la riqueza específica de la comunidad de aves acuáticas durante sus ciclos estacionales.

Esta hipótesis permite varias predicciones en relación con la diversidad entre lagunas que se relacionará con:

- 1) su tamaño; lagunas con línea de costa o superficie mayor tenderán a tener mayor diversidad

2) el tipo y número de los hábitats que contengan; por lo que lagunas con mayor número de hábitats tendrán también mayor diversidad

3) los recursos de los hábitats; es decir, hábitats con espectro de recursos menor tendrán diversidad menor, por la dominancia de especies que por sus capacidades funcionales, accedan a dichos recursos.

2. Objetivo general.

Evaluar la distribución de las aves acuáticas y cuantificar el efecto de la heterogeneidad ambiental en la comunidad de aves, e identificar poblaciones de aves y sitios que puedan ser objeto de conservación en el complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas, B. C. S., México.

Objetivos particulares

2.1. Integrar un inventario de las aves acuáticas y hábitats del CLBM-A.

2.1.1. Cuantificar la frecuencia de ocurrencia espacial de las aves acuáticas en el CLBM-A.

2.1.2. Describir la especificidad y la tasa de cambio, temporal y espacial, de la comunidad de aves acuáticas en el CLBM-A.

2.1.3. Describir la abundancia relativa de aves acuáticas por laguna, zona, hábitat y estado de conservación del litoral del CLBM-A.

2.1.4. Comparar la densidad de aves acuáticas durante la estación del año, laguna, zona, hábitat y por estado de conservación del litoral del CLBM-A.

2.1.5. Identificar las especies anidantes prioritarias y de interés para la conservación.

- 2.2. Cuantificar la composición específica y abundancia por gremios de aves acuáticas del CLBM-A.
 - 2.2.1. Comparar la densidad de aves por gremio, entre las estaciones del año, lagunas, zonas, habitats y por estado de conservación del litoral del CLBM-A.
- 2.3. Describir y comparar los atributos: riqueza, diversidad, equidad y similitud, de la comunidad de aves acuáticas entre las estaciones del año, lagunas, zonas, habitats y por estado de conservación del litoral del CLBM-A.
- 2.4. Seleccionar áreas importantes para la conservación de las aves acuáticas del CLBM-A.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas se localiza en la costa del Pacífico de Baja California Sur (Figura 1). Está formado por tres lagunas: la norte o canal Santo Domingo, la central o Bahía Magdalena y la sureste o Bahía Almejas. Este complejo es de origen tectónico (Lankford 1976) y el más grande de la península (1,875 km²) de Baja California.

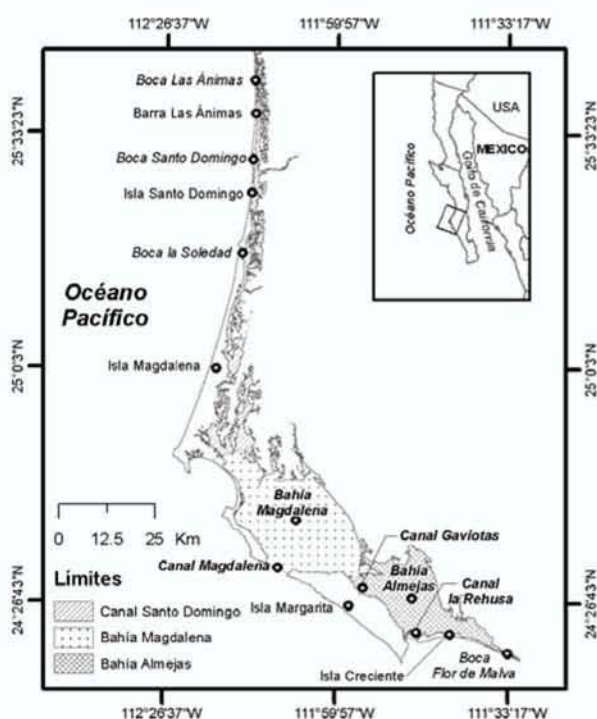


Figura 1. Mapa del complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas, donde se muestran las islas, canales y bocas de esta laguna costera. Durante el periodo de estudio se recorrió la costa interna de las lagunas Canal Santo Domingo, Bahía Magdalena y Bahía Almejas.

Lo limitan con el Océano Pacífico dos barras arenosas y tres islas, la barra Las Animas es la más norteña, e Isla Creciente la más sureña; e intermedias están las islas Santo

Domingo, Magdalena y Santa Margarita. Se conecta con el Océano Pacífico a través de seis bocas o canales, de norte a sur: Las Ánimas, Santo Domingo, La Soledad, Canal Magdalena, La Rehúsa y Flor de Malva; el canal de mayor amplitud es el Canal Magdalena. Las bahías Magdalena y Almejas se conectan a través del canal Gaviotas.

El CLBM-A se localiza en una región oceánica biológicamente muy rica (Malakoff 2004). Tal productividad se debe a los frentes oceánicos, y alta concentración de nutrientes y material particulado que provienen del sistema terrestre y de las surgencias costeras (Zaytsev *et al.* 2003).

Las especies de manglar (*Rizophora mangle*, *Avicenia germinans* y *Laguncularia racemosa*) forman el bosque de manglar. El extremo septentrional del bosque de manglar se localiza en los esteros La Bocana, el Coyote y las lagunas de San Ignacio donde está pobremente representado (León de la Luz *et al.* 1991). El manglar del CLBM-A constituye el extremo norte de este tipo de vegetación con el vigor que caracteriza a un bosque. El manglar crece sobre planicies de inundación, se encuentra bordeando cordones de dunas o se asocia con plantas de marismas incluyendo: *Spartina foliosa*, *Batis marina*, *Monanthochloe littoralis*, *Allendorfea occidentalis* y *Salicornia bigelovii*, *Salicornia virginica* *Suaeda torreyana*, *Salicornia subterminalis* y *Batis maritima*. El manglar abarca el litoral de las tres lagunas, pero cubre la mayor parte de la línea de costa del Canal Santo Domingo (Saad y Palacios 2004).

La comunidad de pastos marinos (*Zostera marina* y *Phyllospadix spp.*) cubre sitios específicos de las tres lagunas, con diferente densidad (Saad y Palacios 2004).

Otros hábitats como las costas rocosas y acantilados, playa arenosa y dunas (activas e inactivas) cubren parte del litoral peninsular o insular (Saad y Palacios 2004). Estos

hábitats son usados por las aves acuáticas como sitios de alimentación, anidación, invernación, refugio, muda o descanso durante la migración hacia latitudes sureñas o norteñas.

Métodos

3.1. Inventario de aves acuáticas y hábitats del complejo lagunar de Bahía Magdalena, B. C. S., México (CLBM-A).

Aves acuáticas

De febrero 2002 a febrero 2003, se realizaron 12 censos diurnos de diferente duración (Tabla I).

Tabla I. Cronología del trabajo de campo y censos de aves acuáticas.

<u>Temporada</u>	<u>Días</u>	<u>Mes</u>	<u>Año</u>
	16-17	Abril	2002
Primavera	29-30		2002
	03-04	Junio	2002
	25-26		2002
	15-16	Agosto	2002
Verano	09-10	Septiembre	2002
	09-10	Octubre	2002
Otoño	21-22	Noviembre	2002
	25-26	Noviembre	2002
	09-10	Diciembre	2002
Invierno	27-28	Febrero	2002
	13-14	Febrero	2003

En cada censo se registraron las aves acuáticas presentes en la línea de la costa interna de Canal Santo Domingo, Bahía Magdalena y Bahía Almejas.

Los doce censos se realizaron a través del año, de forma que se llevaron a cabo cuatro durante primavera, dos en el verano, tres en otoño y otros tantos en el invierno.

Durante los censos, cuatro observadores expertos identificaron y contabilizaron las aves acuáticas, desde dos embarcaciones, a lo largo de 329 segmentos de hábitat.

Las morfoespecies, el número de individuos y la actividad de las aves se identificaron con el apoyo de guías de campo, avistadas mediante binoculares y telescopios. Las parvadas menores a 300 individuos se contaron directamente, mientras que la abundancia de parvadas mayores se estimó (Kasprzyk y Harrington 1989).

Cabe mencionar, que además de registrar en cada segmento de hábitat las aves posadas sobre los sustratos o coberturas vegetales, descansando o alimentándose, se sumaron los individuos de las especies que volaban cerca de la superficie y que hicieron uso de los mismos, en el caso de las tijeretas se tomaron en cuenta los individuos que volaban entre la superficie del agua y 30 m de altura; se incluyeron los individuos que nadaban en el agua circundante en los primeros 200 m de la línea de costa. Esta distancia varió dependiendo de altura de la marea, la profundidad y fisiografía de la línea de costa.

Los censos se realizaron de esta forma para considerar los diferentes grupos de aves acuáticas que concurren en el complejo lagunar ya que algunas aves como las aves buceadoras, patos y cormoranes realizan la búsqueda de alimento durante parte del día en el agua. En particular, las aves buceadoras se observan solo en el agua, en estas latitudes. Por el contrario, individuos de la tijereta es común observarlos en el complejo lagunar volando cerca de la superficie del agua o posadas en el manglar donde anidan o descansan. El águila

pescadora, por otro lado, construye sus nidos en algunos postes para cableado eléctrico, pero se posa en varios tipos de sustrato en habitats costeros. En el ambiente pelágico esta especie se observa con frecuencia volando en sitios donde se concentra su alimento.

En total se censaron 329 segmentos de línea de costa caracterizados por diferentes fisiografías y coberturas vegetales.

La información recabada en las campañas de conteo de las aves acuáticas del complejo Bahía Magdalena-Almejas se integró una base de datos espacial corregida y georeferencia de las distintas unidades de paisaje del complejo lagunar (CPIC, Pronatura Noroeste) mediante la aplicación del software ArcGis 8.2 (ESRI 2003). Así se calculó la cobertura del manglar, playa arenosa y dunas, y costa rocosa y acantilados, y otros rasgos del CLBM-A (Saad y Palacios 2004), así como la longitud en km recorrida en cada una de las campañas de campo a lo largo de las estaciones del año y en las unidades de paisaje definidas aquí como zonas, lagunas, habitats y estado de conservación de línea de costa (Tabla II).

Unidades de paisaje: lagunas, zonas, habitats y estado de conservación del litoral

El paisaje del CLBM-A es un área reconocible y diferenciable de otras vecinas e incluye el área marina o espejo de agua, así como un área terrestre heterogénea insular o peninsular, compuesta por un conjunto o mosaico de ecosistemas funcional, histórica y geográficamente interrelacionados entre sí que pueden ser delimitados con base en sus patrones geomorfológicos que incluyen formas de relieve, tipos de vegetación y suelos (Anónimo 2003), patrones hidrológicos (Zaytsev *et al.* 2003), así como por los usos de la tierra (Pronatura 2006).

La determinación de las unidades de paisaje de mayor escala del CLBM-A se basó en una prospección de información topográfica, hidrológica (Zaytsev *et al.* 2003), de la vegetación y de elementos antrópicos (Saad y Palacios 2004) que permitió ubicar grandes componentes visualmente reconocibles del mosaico ambiental como (entre paréntesis se indica la denominación que se utilizó para cada unidad a lo largo del presente estudio):

1. Lagunas (lagunas). Las lagunas del CLBM-A tienen fisiografía diferente que incluye la configuración, tipo de la línea de costa, sustratos, extensión, tipos y coberturas vegetales que limitan sus márgenes con los sistemas terrestres y la dinámica hidrológica. Estas lagunas son depresiones tectónicas resultado de fallas, plegamiento y vulcanismo (Bahía Magdalena y Bahía Almejas) (Lankford 1976). En el Canal Santo Domingo la marea actúa como agente modificador de su configuración por el depósito de sedimentos; esta laguna es la más somera y de menor área pero su línea de costa interna es tres veces mayor (1,368 km) que la de Bahía Magdalena (463 km) y aproximadamente cuatro veces mayor que la de Bahía Almejas (299 km). En el interior del sistema lagunar, en isla Santa Margarita está la mayor cobertura de costa rocosa y acantilados.

Las tres lagunas difieren en su hidrodinámica (Lankford 1976, Zaytsev *et al.* 2003, Robinson y Gomez-Aguirre 2004); y en el tipo, número y configuración de los habitats que se encuentran en la línea de costa insular y peninsular (Saad y Palacios 2004).

2. Zonas (zonas), consideradas a nivel del CLBM-A como la costa insular, peninsular y ambiente pelágico. Las costas difieren también en su longitud y configuración, así como en el tipo, número, cobertura y configuración de los habitats que contienen (Saad y Palacios 2004). Estos se extienden hasta donde las comunidades vegetales y sustratos reflejan la influencia de la condición hidroclimática marina (viento, salinidad y humedad,

entre otras). El ambiente pelágico (pelagico) o espejo de agua del CLBM-A se limitó a dos transectos longitudinales a lo largo de Bahía Magdalena y las bocas que comunican al CLBM-A con el océano Pacífico.

3. Línea de costa tuvo diferente estado de conservación:
 - a. Línea de costa sin disturbio aparente (Sd).
 - b. Línea de costa con disturbio (d). Los segmentos de costa con disturbio fueron aquellos con la presencia de comunidades humanas semi-permanentes o permanentes como los campamentos pesqueros y acuícolas, y los poblados de menos de 100 habitantes. Estos sitios tienen tráfico semi continuo de embarcaciones derivado de las actividades que se desarrollan en cada campamento o localidad.
 - c. Línea de costa con disturbio y modificación mayor (d c-m) a la condición natural del litoral. En esta categoría se integraron los segmentos con modificaciones a la condición natural de la línea de costa por actividades humanas como la presencia de muelles y otras edificaciones habitacionales o industriales como termoeléctricas y las generadas por los poblados de más de 100 habitantes destacando Puerto San Carlos, Puerto López Mateos, Puerto Alcatraz y Puerto Cortés.

4. Habitats, definidos como áreas homogéneas en cuanto a su topografía, fisonomía y vegetación que se pueden delimitar geográficamente. En la línea de costa del CLBM-A en el campo se identificaron once tipos de habitat que se diferenciaron por la cobertura

vegetal y sustratos, (entre paréntesis se indica la denominación que se utiliza a lo largo del presente estudio) estos fueron:

a.- El manglar sobre planicies de inundación (manglar), se caracterizó por la presencia de al menos una de las tres especies de mangle (*Rizophora mangle*, *Avicenia germinans* y *Laguncularia racemosa*).

b.- El manglar asociado con vegetación de marisma (manglar-marisma), también con al menos una de las especies de mangle antes mencionadas y con vegetación de marisma cubriendo la planicie de inundación (*Spartina foliosa*, *Batis marina*, *Monanthochloe littoralis*, *Allendorfea occidentalis* y *Salicornia bigelovii*, *Salicornia virginica* *Suaeda torreyana*, *Salicornia subterminalis* y *Batis maritima*) se localizó mayormente sobre la costa peninsular de Cana Santo Domingo.

c.- El manglar bordeando cordones de dunas (manglar-dunas), este hábitat tuvo al menos dos especies de mangle (*Rizophora mangle*, *Avicenia germinans*), se localizó en la costa interna de las barras arenosas Las Animas y Creciente así como la de isla Santo Domingo; el manglar semejante a un bosque en galería, bordea la costa interna de las islas de barrera, atrapa la arena y promueve el crecimiento y estabilización de la línea costera insular (Lankford 1976).

d.- Los islotes de mangle (islotes-manglar) con alguno de los tres tipos de mangle antes mencionados, fue otro hábitat que se consideró diferente de los anteriores por su aislamiento. El Canal Santo Domingo tiene la superficie mayor de este hábitat. Los islotes en esta laguna se localizan a lo largo de los canales.

e.- Las dunas (dunas) son áreas sin vegetación o escasamente cubiertas de vegetación herbácea pionera, halófila. La vegetación contribuye a la estabilización de las

dunas ya sea de islas o de las que están en la costa peninsular. La vegetación herbácea puede zonificarse cuando menos en tres franjas según su cercanía al mar, la que crece limitadamente en el llamado espejo de la duna frente al mar, en las crestas y en la parte posterior de la misma.

f.- La costa rocosa (costa rocosa) y g.- acantilados (acantilados), son costas típicas de las depresiones tectónicas costeras, como el CLBM-A (Lankford 1976). La parte superior de la falla NW-SE formó las islas de barrera por plegamientos o vulcanismo en el pasado geológico. Las islas de barrera son parte de la costa insular del complejo lagunar, son rocosas, irregulares y discontinuas donde los procesos costeros han ocasionado el depósito de sedimentos o formado playas de arena. La vegetación de la costa rocosa es muy específica, las pozas de marea de la costa rocosa alberga fauna y flora característica.

h.- La playa arenosa (playa arenosa). Es una forma acumulativa del relieve costero o ribereño que se caracteriza por la acumulación de materiales no consolidados (compuesta por arenas, gravas, guijarros, cantos, depositados por las corrientes del oleaje). La playa clásica está delimitada por el límite inferior (en la parte sumergida), el cual está definido por el punto donde las olas ponen en movimiento el material no consolidado del fondo y que corresponde a una profundidad entre 10 y 20m, la cual se conoce como la profundidad de cierre de la ola. Mientras que el límite superior (parte emergida) está delimitado por la presencia del primer cordón de dunas, la presencia de cantiles costeros, la presencia de vegetación permanente o en el caso de paisajes modificados, por algún tipo de infraestructura (Komar, 1998). En el CLBM-A las playas puede unir las barreras rocosas por la formación de bancos de arena (Lankford 1976). Este hábitat, así como las dunas, cubren parte del litoral peninsular o insular.

i.-La denominada zona pelágica (pelágico o ambiente pelágico), es el cuerpo de agua de las lagunas. En este hábitat concurren las aves que se alimentan de diferentes organismos de la columna de agua. En este trabajo las aves de este hábitat se cuantificaron en las bocas de las lagunas y dos transectos longitudinales a lo largo de Bahía Magdalena, laguna con profundidad mayor que las otras (Zaytsev *et al.* 2003).

j.- La vegetación terrestre (vegetación terrestre) se desarrolla en terrazas aluviales elevadas, que soportan elementos del matorral sarcocaulo o de la selva baja caducifolia, propios de la vegetación del desierto sonorense.

k.- El sustrato antrópico (sustrato antrópico), autodefinido por la presencia de comunidades humanas permanentes, así como de los derivados de las actividades que se desarrollen en cada localidad; al menos se pueden identificar tres niveles de ocupación: campamentos pesqueros y acuícolas con menos de 100 habitantes; poblados de menos de 500 habitantes; y centros poblacionales de más de 500 habitantes, destacando Puerto San Carlos y Puerto López Mateos. En este trabajo se consideró como sustrato antrópico a los centros de población con más de 500 habitantes, ya que estas áreas han modificado considerablemente la condición natural de los hábitats donde se encuentran.

l. Planicie de inundación. Son depósitos aluviales de material fino, principalmente arcillas. Este material es transportado por suspensión y se acumula en estos sitios.

3.1.1. Frecuencia de ocurrencia espacial de las aves acuáticas en el CLBM-A.

La frecuencia de concurrencia de las especies, se define como el porcentaje de cada especie presente cada uno de los 329 segmentos de hábitat. Se consideró como especies muy comunes aquellas que se presentaron en más del 60% de las unidades de segmentos;

comunes, entre 24-59%; poco comunes, entre 10-23%; y ocasionales, en menos del 10% (Anexo II).

3.1.2. Especificidad y tasa de cambio, temporal y espacial (entre lagunas y zonas), de la comunidad de aves acuáticas CLBM-A.

A partir de la matriz de datos de presencia-ausencia de las especies por segmento, se calculó la especificidad temporal o espacial. La especificidad temporal se define como el porcentaje de especies de la comunidad de aves que residieron en cada una de las estaciones del año.

El análisis espacial se realizó con base en las unidades de paisaje: laguna, zonas, hábitats y secciones con diferente estado de conservación. La especificidad indica el porcentaje de especies exclusivas de las zonas, lagunas, hábitats, y segmentos con diferente estado de conservación. Las especies con la especificidad mayor serán aquellas que usaron solo una zona, laguna, habitat o segmentos con algún estado de conservación.

La tasa de cambio se cuantificó con base en la presencia-ausencia de las especies en las estaciones del año, lagunas y zonas según Wilson y Shmida (Magurran 1988).

3.1.3. Y 3.1.4. Abundancia y densidad relativa de aves acuáticas, temporal y espacial (entre lagunas, zonas, habitats y en el litoral con diferente estado de conservación) del CLBM-A.

La abundancia, riqueza (Anexo II), densidad y estimadores ecológicos (diversidad equidad, y similitud relativa; Anexos I y III), se cuantificaron mediante un diseño de datos jerarquizado (Clarke y Warwick 2001). La densidad o índice de abundancia, se analizó con base en el número de individuos de cada especie por cada 60 m de segmento (ind/60 m),

porque fue la longitud mínima de segmento censada (Tabla 2). Las diferencias de estos parámetros, se analizaron por bloques de segmentos de línea de costa censada agrupados por:

- 1.- estación del año: primavera, verano, otoño e invierno.
- 2.- lagunas: Canal Santo Domingo, Bahía Magdalena, Bahía Almejas
- 3.- zonas: costa insular, costa peninsular, zona pelágica
- 4.- habitats: acantilados, pelágico, dunas, islotes de manglar, manglar, manglar-marismas, manglar-dunas, planicie de inundación, playa arenosa, costa rocosa, vegetación terrestre y sustrato antrópico.
- 5.- El litoral con diferente estado de conservación se analizó por bloques de

segmentos:

- a) sin disturbio (sd)
- b) con disturbio (d)
- c) con disturbio costa-modificada (d c-m)

Los segmentos sin disturbio fueron aquellos en los que no se observaron cambios aparentes en la condición natural de los hábitats; los segmentos con disturbio se caracterizaron por el tráfico de embarcaciones y presencia de campos pesqueros o localidades pequeñas de menos de 100 habitantes; y los segmentos con disturbio y costa-modificada, fueron aquellos donde la línea de costa presentó modificación parcial de su condición natural por la presencia de muelles y tráfico de varios tipos embarcaciones de centros de población de más de 500 habitantes, estos sitios se localizaron como Puerto San Carlos, Puerto Magdalena en Bahía Magdalena, y Puerto López Mateos en la zona central

de Canal Santo Domingo, pero también en otras localidades de isla Margarita y Bahía Almejas.

Tabla II. Longitud de litoral recorrida por temporada y unidad de paisaje en el CLBM-A.

	N	Longitud de los segmentos (km)				Total línea de costa censada Total (km)
		Promedio	Desv. Est.	Mín.	Máx.	
Primavera	122	7.21 ±	11.52	0.38	108	879
Verano	72	13.35 ±	34.98	0.14	219	962
Otoño	68	14.49 ±	22.82	0.21	141	985
Invierno	66	9.80 ±	22.26	0.06	125	647
Canal Santo Domingo	136	14.97 ±	33.54	0.06	219	2036
Bahía Magdalena	140	7.01 ±	9.41	0.14	55	981
Bahía Almejas	52	8.77 ±	9.20	0.26	32	456
Costa peninsular	160	14.19 ±	29.36	0.14	219	2270
Costa insular	124	7.22 ±	15.64	0.06	125	896
Pelágico	44	6.98 ±	6.42	0.29	31	307
Acantilados	8	2.33 ±	1.02	1.51	5	19
Pelágico	44	6.98 ±	6.42	0.29	31	307
Dunas	34	8.68 ±	21.07	0.12	125	295
Islote-Manglar	7	18.25 ±	42.60	0.06	115	128
Manglar	134	15.83 ±	31.34	0.27	219	2122
Manglar-marismas	10	2.25 ±	1.58	0.07	4	22
Manglar-dunas	12	8.05 ±	9.73	0.98	32	97
Planicie inundación	5	1.71 ±	1.32	0.86	4	9
Playa arenosa	51	6.63 ±	9.55	0.21	46	338
Costa rocosa	15	6.85 ±	8.86	0.28	30	103
Vegetación terrestre	3	9.07 ±	14.41	0.26	26	27
Sustrato antrópico	5	1.29 ±	1.48	0.14	4	6
Sin disturbio	251	9.79 ±	19.97	0.06	219	2458
Disturbio	62	14.56 ±	33.85	0.14	203	903
Disturbio costa modificada	15	7.45 ±	12.46	0.21	46	112

3.1.5. Especies anidantes

Durante los censos se cuantificó el número de especies anidantes y el número de sitios de anidación de cada especie. En los sitios de anidación se cuantificó el número de

nidos y su contenido hasta donde fue posible con este tipo de muestreo. En las colonias mixtas, se contó el número de nidos en total como es el caso de las aves zancudas.

El estatus de riesgo o de conservación de las especies anidantes se consultó en las diversas fuentes disponibles.

3.2. Composición específica y abundancia total de aves por gremio

Las aves acuáticas se incluyeron en nueve gremios (Anexo II):

1. Buceadoras,
2. petreles,
3. pelecánidos,
4. aves zancudas,
5. anátidos,
6. rálidos o aves de marisma,
7. playeros,
8. láridos y
9. aves terrestres

por su concurrencia en habitats similares y por compartir similitudes en sus requerimientos alimenticios (Croonquist y Brooks 1991, Weller 1995, Weller 1999).

Dentro de los habitats, estos grupos de aves presentan diferencias a nivel de uso de microhabitat (Weller 1999), también en el tipo y tamaño de las presas y en sus tácticas para obtener el alimento (Weller 1999). Sobre todo las aves playeras, zancudas, anátidos y las que en este trabajo se consideraron como aves terrestres, que son los que tienen mayor diversidad de adecuaciones para explotar los recursos alimentarios disponibles en los

ambientes costeros (Weller, 1999). Las especies que se integraron en este último gremio fueron el martín pescador (*Ceryle alcyon*), el gavilán pescador (Poole *et al.* 2002), el águila calva (Buehler 2000). Estas especies son mayormente piscívoras y dependen del ambiente acuático que les provee recursos alimentarios pero difieren en sus requerimientos espaciales y en las técnicas para obtenerlo. El halcón peregrino (*Falco peregrinus*) ave rapaz, es depredadora de las aves playeras (White *et al.* 2002) entre otras presas; y el chipe amarillo (*Dendroica petechia*) concurre en el manglar, es insectívora y se alimenta mientras percha en los árboles de mangle (Lowther *et al.* 1999) (Anexo II).

Posteriormente, se realizó la descripción de la abundancia relativa y riqueza específica a nivel del CLBM-A de cada gremio y de densidad en las distintas unidades de paisaje.

Las aves playeras invernantes se analizaron con base en su tamaño (aves pequeñas, medianas y grandes (Anexo II), lo que permitió contrastar los resultados de la presencia de estas aves con los de otras investigaciones (Page *et al.* 1997).

3.2.1. Densidad, temporal y espacial, de aves por gremio en el CLBM-A

El análisis de la densidad de individuos por cada gremio, se realizó con base en diversas comparaciones de las medianas y rangos de los valores de densidad de las especies incluidas en cada gremio en relación a las temporadas y unidades de paisaje. La prueba de hipótesis de no diferencia de densidad de los gremios entre las estaciones del año, zonas, lagunas, habitats o condición de la línea de costa se realizó por medio de la prueba no

paramétrica- ANOVA Kruskal-Wallis y con la prueba Chi-cuadrada de medianas. Las pruebas *a posteriori* se realizaron por medio de comparaciones múltiples.

Este análisis cuantificó la contribución de cada gremio en los cambios de diversidad densidad, y equidad de la comunidad.

3.3. Estructura de la comunidad de aves acuáticas: riqueza, diversidad, equidad y similitud

La riqueza total o número de especies acumuladas por estación del año y por unidad de paisaje se calculó a partir de matrices de presencia-ausencia de especies.

Los índices de equidad o uniformidad de Pielou (J') y diversidad de Shannon (H' ; \log_e , Log_{10} y Log_2) (Magurran 1988, Clarke y Warwick. 2001, McCune y Grace 2002) se estimaron con base en los datos de densidad de las especies de cada segmento. Los valores de los índices por segmento se usaron para comparar la estructura comunitaria entre temporadas y unidades de paisaje. La hipótesis de no diferencia de equidad y diversidad de aves acuáticas entre estas, se probó con las pruebas de estadística no paramétricas antes mencionadas.

El grado de semejanza en la composición específica entre las estaciones del año y las distintas unidades de paisaje consideradas, se estimó mediante el índice de similitud de Bray-Curtis (Krebs 1999, Clarke y Warwick. 2001), que considera tanto los datos de presencia- ausencia y en este caso los de densidad de las especies; estos últimos se transformaron mediante raíz cuarta para estabilizar la variancia.

A partir de estos datos transformados, se realizó el análisis de ordenación por escalamiento multidimensional no métrico (NMDS o MDS; Clarke y Warwick, 2001). Las

tendencias de similitud relativa al interior de las estaciones del año y entre las mismas, así como con las unidades de paisaje, se describieron por medio de gráficos *bi* y tridimensionales MDS considerando el nivel estrés. La hipótesis de no diferencia entre las asociaciones de las estaciones del año o de las unidades de paisaje especificadas *a priori*, se probó con el análisis de similitud ANOSIM de una y dos vía para grupos de muestras.

3.4. Selección de áreas importantes para la conservación de las aves en el CLBM-A.

La selección de sitios importantes para la conservación de las aves acuáticas del CLBM-A se realizó mediante la aplicación del modelo de aptitud, *S*, herramienta de análisis multicriterio (Pereira y Duckstein, 1993).

Los criterios seleccionados fueron la presencia de las especies:

1) en reproducción, R. El número de especies de aves acuáticas anidantes (23) resultó de la suma de: las especies registradas en la investigación presente (17 especies); las que anidan en la costa insular externa que se localizaron en el periodo de estudio de este trabajo; y de los registros históricos de anidación de las aves acuáticas en diferentes sitios del complejo lagunar (Tabla V).

2) en peligro, P;

3) amenazadas, A;

4) en protección especial, Pr;

5) en la lista roja con riesgo bajo pero cerca de estar amenazadas Lr/NT;

6) las que tuvieron especificidad de hábitat significativo;

7) las que tienen categoría de conservación, porque su población se encuentra en declive a escala regional o continental (Anexo I); y

8) las que tienen categoría de conservación porque su población se encuentra en declive, pero que además el 1% población se concentra temporalmente en el CLBM-A (Anexo I), (Zárate-Ovando *et al.* 2006).

9) La riqueza total de cada uno de los 12 hábitats considerados. Y la riqueza de especies (Margules *et al.* 2002) por segmento, del hábitat seleccionado.

10) el índice de abundancia (Turpie 1995). Este índice considera categorías de abundancia, con base a la abundancia específica en cada sitio donde se observaron (Tabla III) y el tipo de agregación-comportamiento de las especies en el área de estudio (Anexo I).

Tabla III. Categorías de agregación-comportamiento para asignar puntajes a las aves acuáticas según su abundancia en la región.

Categorías de agregación-comportamiento	Categorías de abundancia			
	1	2	3	4
a Individuos solitarios/ o en parejas	1	2-4	5-10	>10
b Grupos pequeños/No parvadas	1-2	3-10	11-50	>50
c Parvadas/pequeñas-grandes	1-10	11-30	31-150	>150
d Parvadas densas	1-30	31-100	101-500	>500

Los datos de abundancia de las especies/segmento fueron previamente revalorizados con base en cuatro categorías: ausente, 0; ocasional, 1; común, 2; muy común, 3; y abundante, 4 según la categoría de agregación-comportamiento (Tabla III) a la que cada especie se asignó con base en las observaciones de su agregación-comportamiento en el área de estudio. El índice de abundancia se calculó para cada segmento de hábitat.

Estos diez criterios cuantificaron las alternativas, en este caso los hábitats, para decidir sobre cual se realizará la selección de sitios para conservación.

El orden de importancia de los criterios se asignó con base en los resultados del presente trabajo (Tabla 2). Los pesos W de los criterios se cuantificaron transformando las

jerarquías de importancia de una escala ordinal a una escala de intervalo (0-1). De esta forma, el primer criterio en orden de importancia tuvo el peso con valor de uno, mientras que al último criterio le correspondió un peso con valor cercano a cero.

La aptitud S describe la suma de los pesos W y criterios C .

$$S = \sum W * C \dots\dots\dots\text{Ecuación (1)}$$

Donde,

S = Aptitud

W = Pesos de prioridad, o importancia

C = criterios

Para obtener el valor de los criterios C (C , Ec. 1) los valores de los criterios se transformaron a valores con escala de intervalo mediante las funciones de valor (Pereira y Duckstein 1993). Las funciones de valor cuantificaron la distancia entre los valores de cada criterio/habitat con el valor máximo de cada criterio. De esta forma, estos puntos intermedios entre el valor mínimo y máximo de cada criterio se calcularon a partir de la ecuación de la distancia entre dos puntos de la recta (Pereira y Duckstein, 1993). Posteriormente, se aplicó la ecuación 1 y el hábitat que resultó con la aptitud mayor fue el seleccionado para conservación.

Posteriormente, se realizó el mismo procedimiento, pero en este caso las alternativas fueron los segmentos del hábitat seleccionado. En este caso, los diez criterios mencionados se valoraron para cada segmento de hábitat. Los primeros ocho criterios fueron valorados con base en la distribución espacial de las especies, mediante su presencia-ausencia en los segmentos de manglar; la riqueza y el índice de abundancia se cuantificaron para cada segmento de manglar como se describió. Los segmentos que resultaron con la aptitud

mayor fueron los sitios seleccionados para la conservación de las aves acuáticas del CLBM-A.

4. RESULTADOS

4.1. Inventario de las aves acuáticas del Complejo Lagunar Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S.

Aves acuáticas

En el complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas se observó un total 207,383 aves acuáticas de 80 especies, 20 familias y 11 órdenes (Anexo II). Las familias con mayor número de especies fueron: Laridae (17), Scolopacidae (16), Ardeidae (10) y Anatidae (8). Las familias que contribuyeron con el mayor número de individuos fueron: Phalacrocoracidae (61,207), Pelecanidae (47,737), Scolopacidae (45,632), Laridae (27,739) y Anatidae (11,470) (Anexo II).

El estatus temporal de las aves acuáticas en Baja California Sur, según Howell *et al.* (2001; Anexo II) indica que más de la mitad de las 80 especies que se observaron en el CLBM-A fueron migratorias (55% del total; 49% invernantes, 4% migratorias veraneantes de las que tienen registros de anidación en Baja California Sur, y 3% migratorias transeúntes) y un número menor de especies residentes (45%).

Las diez especies con mayor abundancia en el área de estudio fueron el cormorán orejado *Phalacrocorax auritus*, el pelícano café *Pelecanus occidentalis*, ambas especies residentes. También fueron abundantes otras especies como el picopando canelo *Limosa fedoa*, el pihuiú *Catoptrophorus semipalmatus*, el playerito occidental *Calidris mauri*, las

gaviotas ploma *Larus heermaanni*, de pico anillado *Larus delawarensis* y occidental *Larus occidentales*, el ganso de collar *Branta bernicla* (7,843) y el pato boludo-menor *Aythya affinis* (Anexo II).

4.1.1. Frecuencia de ocurrencia espacial de las aves acuáticas del CLBM-A.

De las 80 especies de aves acuáticas, solo siete se distribuyeron en la mayoría de los segmentos del complejo lagunar, por lo que se consideraron muy comunes; otras 16 especies fueron comunes; 13 poco comunes y 44 especies fueron ocasionales (Anexo II). El pelicano café además de ser una de las especies más abundantes (Anexo II) se presentó en el 80% de los segmentos del complejo lagunar, seguido del cormorán orejudo y la tijereta, estas especies estuvieron presentes en el 77% y 64% de los segmentos (Anexo II). La garza morena *Ardea herodias* no fue de las especies más abundantes pero fue muy común ya que se observó en el 66% del litoral.

Las especies más comunes fueron las más ubicuas porque estuvieron presentes durante el año, en las tres lagunas, zonas, hábitats y en los tres tipos de estado de conservación del litoral. Seguidas de otras nueve especies, tales como la garza morena (salvo en el ambiente pelágico), el picopando canelo y el chorlo gris *Pluvialis squatorola* (estas aves estuvieron ausentes del ambiente pelágico y de los acantilados), las gaviotas ploma (se observó en la mayoría de los hábitats excepto en islotes-mangle y planicie de inundación) y de pico anillado (estuvo ausente en islotes-mangle y la costa con vegetación terrestre), los charranes caspia *Sterna caspia* y real *S. maxima* (ambas especies estuvieron ausentes de acantilados, islotes-mangle, costa con vegetación terrestre y sustrato antrópico). El ganso de collar estuvo presente durante tres estaciones del año, en las tres lagunas y

zonas, seis habitats y en segmentos con diferente estado de conservación, seguida del pato boludo-menor *Aythya affinis* que estuvo presente durante dos estaciones del año, dos lagunas, dos zonas, siete habitats y en segmentos con diferente estado de conservación.

4.1.2. Especificidad, temporal y espacial, de la comunidad de aves acuáticas del CLBM-A.

Las aves acuáticas mostraron especificidad temporal o espacial baja.

A lo largo del año de muestreo pocas especies se presentaron exclusivamente en una estación del año (14% de la comunidad), fueron las especies raras en este estudio (Anexo II). Hubo 18 especies que solo se presentaron durante dos temporadas (23% de la comunidad).

En las zonas, solo 14 especies fueron específicas de alguna de ellas, de estas diez concurren en segmentos de la costa peninsular, tres de la costa insular y solo una del ambiente pelágico.

En las lagunas, solo 15 especies de la comunidad de aves mostraron especificidad total por una laguna, es decir, los individuos de nueve especies estuvieron presentes solo en el canal Santo Domingo, los de cuatro especies en Bahía Magdalena y los de dos en Bahía Almejas (Anexo II).

En los habitats, los individuos del 14% de las especies de la comunidad se registraron exclusivamente en un hábitat en particular y el 28% de otras especies usaron dos habitats.

En los segmentos con diferente estado de conservación, los individuos del 18% (14 especies) de la comunidad se observaron exclusivamente en segmentos sin disturbio. Estas especies fueron las más raras de la comunidad de aves (Anexo II).

Tasa de cambio espacial (lagunas y zonas) del CLBM-A.

La tasa de cambio entre lagunas fue baja. La tasa de cambio entre Bahía Magdalena y Bahía Almejas fue del 20% de las especies. Entre Canal Santo Domingo y Bahía Magdalena (11%) fue menor que en aquellas. Y entre Canal Santo Domingo-Bahía Almejas fue de 20% de las especies. La tasa de cambio entre Bahía Magdalena-Bahía Almejas fue ocasionada por la mayor presencia de aves buceadoras, petreles y pelecanidos en Bahía Magdalena. Y la tasa de cambio entre Canal Santo Domingo-Bahía Almejas fue ocasionada por la presencia mayor de anátidos, láridos y aves buceadoras en el Canal Santo Domingo (Anexo II).

La tasa de cambio entre las zonas fue alta. La comunidad cambió de la costa peninsular a la zona pelágica en 64% de las especies, por razón de la magnitud del cambio zonal de manera semejante, la tasa de cambio de la zona pelágica a la costa insular fue de 63% de las especies. Entre ambas líneas de costa, peninsular e insular, la tasa de cambio fue de tan solo del 10% de las especies.

4.1.3. Abundancia relativa, espacial y temporal de aves acuáticas del CLBM-A.

Abundancia espacial (por laguna, zona, hábitat y estado de conservación del litoral)

La abundancia de aves fue mayor en la costa insular (56% de la abundancia total) en contraste con la costa peninsular (42%; Figura 2). Las especies migratorias invernantes se distribuyeron en ambas costas, aunque se registró mayor número de individuos de estas aves en la costa peninsular. La zona pelágica tuvo el menor número de individuos (2%).

En ambos tipos de costas, se observa dominancia similar, aunque la costa insular tuvo las especies más abundantes. La costa peninsular tuvo mayor número de especies con abundancia menor a 100 individuos que la otra costa.

Las especies que tuvieron mayor número de individuos en la costa insular fueron el pelícano café, 32,521, y los cormoranes orejado 29,048 y de Brandt 12,907. En contraste, en la costa peninsular solo se observó el 50% de los individuos de estas especies que también fueron las de abundancia mayor en esta costa, pero la costa peninsular tuvo mayor número de especies con abundancia intermedia y baja que la costa insular (Figura 2).

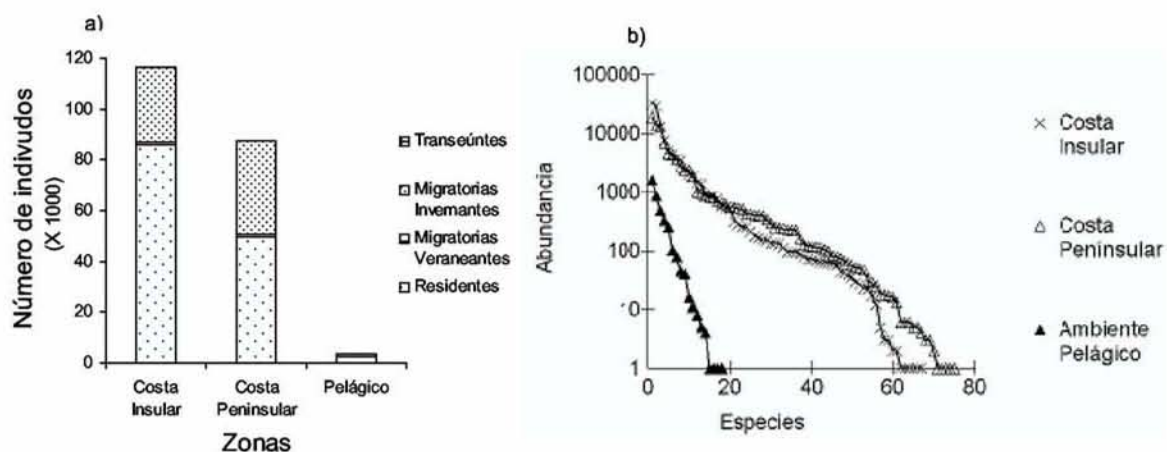


Figura 2. a) Abundancia de las aves acuáticas según su temporalidad y b) Curvas de rangos de abundancia de las especies, en las zonas del CLBM-A.

Analizando la abundancia de los individuos de aves en cada una de las lagunas del complejo, esta fue mayor en Bahía Magdalena que concentró el 47% del total registrado.

Resalta que el Canal Santo Domingo de menor superficie de los tres cuerpos de agua albergó el 40% de las aves acuáticas (Figura 3).

En la primera laguna, el cormorán orejudo, el pelicano café y el cormorán de Brandt fueron las especies dominantes, que contribuyeron significativamente al porcentaje mencionado.

En el Canal Santo Domingo el pelicano café fue la especie dominante, el picopando canelo fue la segunda especie con mayor número de individuos. También en esta laguna hubo mayor número de especies con abundancia intermedia. En contraste, en Bahía Almejas se concentró el 13% de la abundancia total de aves, donde el cormorán orejudo (7,104), el pelicano café (5,580), y la gaviota occidental (2,929) fueron las especies con mayor abundancia.

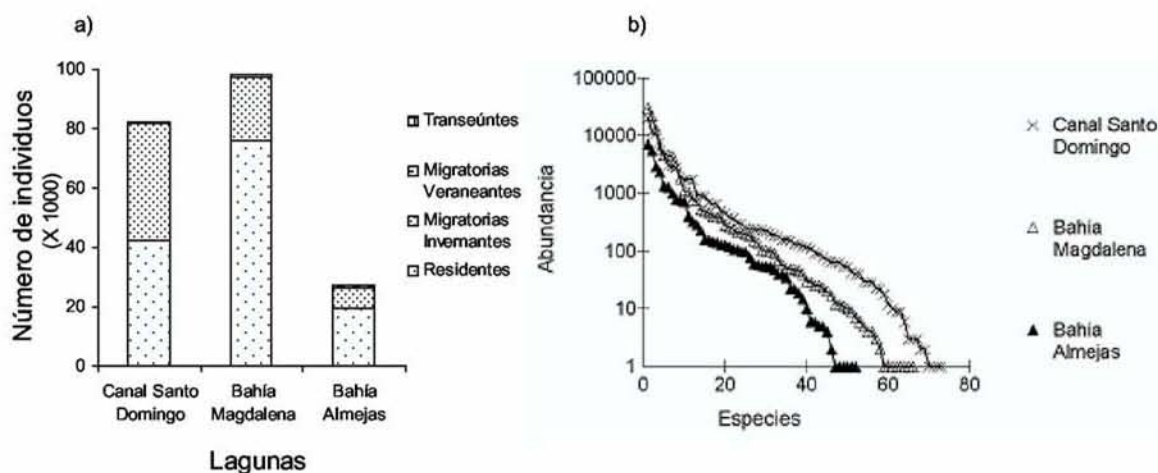


Figura 3. a) Abundancia de las aves acuáticas según su temporalidad y b) Curvas de rangos de abundancia de las especies, en las lagunas del CLBM-A.

Los hábitats donde se registraron mayor número de individuos fueron la playa arenosa (38% de la abundancia total), el manglar (31%) y las dunas (14%; Figura 4).

En contraste, las aves registradas en la costa rocosa (7%), en mangle-dunas (3%) acantilados (2%) y pelágico (2%) acumularon menos del 10% de la abundancia total. Los hábitats que concentraron la menor abundancia de aves (<1%) fueron los islotes de

manglar, sustrato antrópico, manglar-marismas, planicie de inundación y la vegetación terrestre.

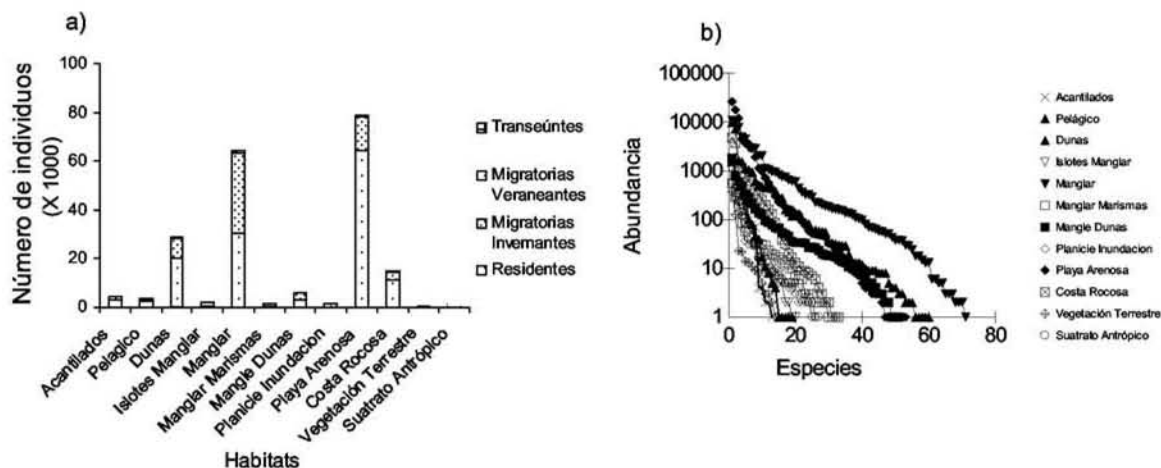


Figura 4. a) Abundancia de las aves acuáticas según su temporalidad y b) Curvas de rangos de abundancia de las especies, en los hábitats del CLBM-A.

En la playa arenosa, hubo mayor dominancia que en los otros hábitats, la especie dominante fue el cormorán orejudo (26,183); en el manglar, el picopando canelo (10,837); y en dunas el pelicano café (9,837).

La abundancia de especies invernantes fue mayor en el manglar que en los otros hábitats. En contraste, la abundancia mayor de especies residentes se registró en la playa arenosa.

Por último, el área integrada por segmentos sin disturbio aparente agrupó el mayor porcentaje de la abundancia total de aves (80%), seguida del área con disturbio (17%).

En contraste, el área con disturbio costa-modificada agrupó la abundancia menor (3%). En las costas sin disturbio y con disturbio costa-modificada, la especie con abundancia mayor fue el cormorán orejudo (41,762) y en la costa con disturbio el pelicano café (9,103).

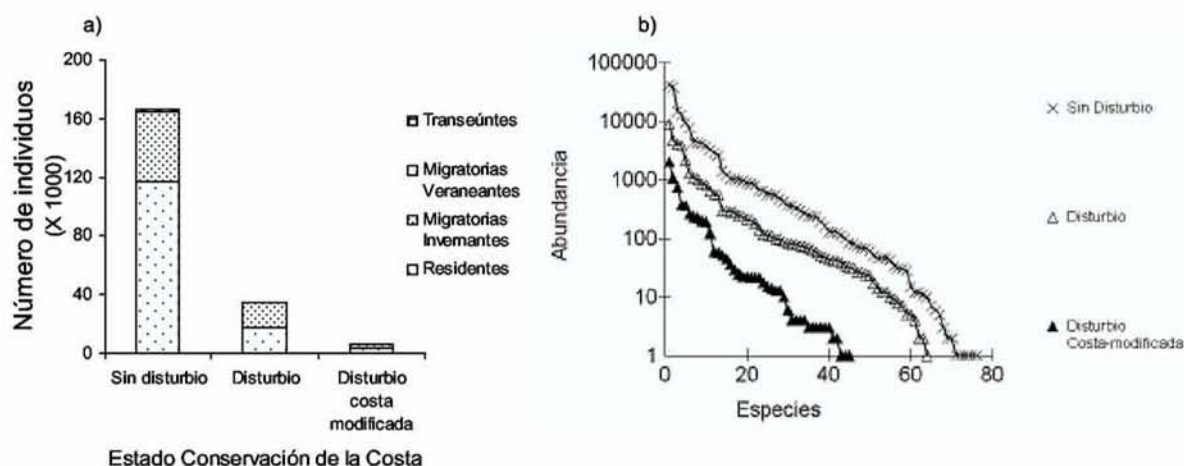


Figura 5. a) Abundancia de las aves acuáticas según su temporalidad y b) Curvas de rangos de abundancia de las especies en el litoral con diferente estado de conservación.

Abundancia temporal

Con base en la abundancia total de aves acuáticas, en otoño la abundancia de aves fue mayor (41%; Figura 6). Las especies que tuvieron el mayor número de individuos en esta temporada fueron el pelicano café (20,119) y el cormorán orejado (16,550).

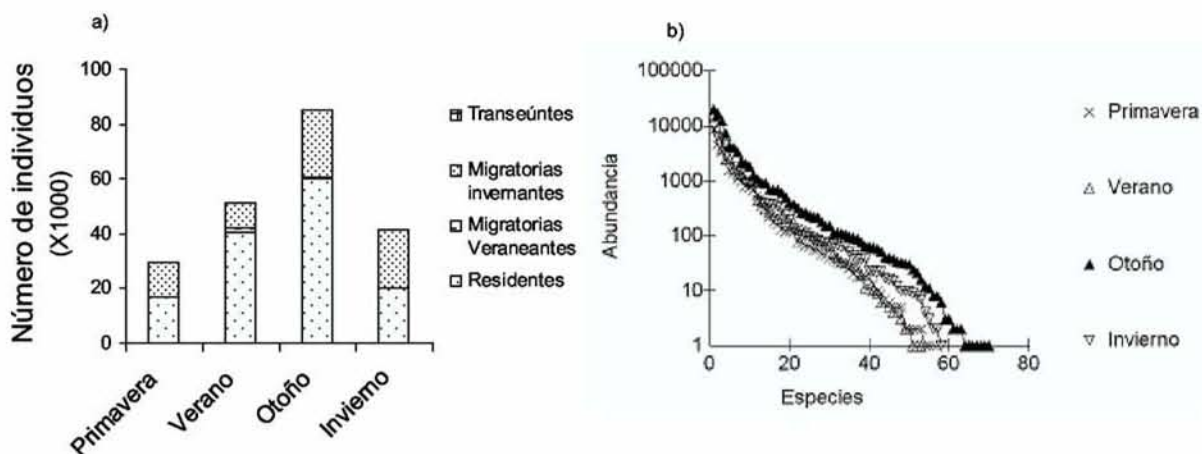


Figura 6. a) Abundancia de las aves acuáticas según su temporalidad y b) Curvas de rangos de abundancia de las especies, durante las épocas del año.

En esta temporada también hubo mayor número de especies con abundancia intermedia y especies raras, en comparación con las otras estaciones del año. En contraste, en primavera

se registraron menos aves (14% del total), y el cormorán orejado 8,787, la gaviota de pico anillado 4,564 y el picopando canelo 3,334 fueron las más abundantes.

4.1.4. Densidad temporal y espacial de aves acuáticas del CLBM-A.

Los ámbitos y la mediana de los valores de densidad de aves acuáticas aumentaron de primavera a invierno en el área de estudio (Anexo I). Pero la densidad fue significativamente mayor desde verano a invierno en comparación con la densidad de aves de primavera ($P < 0.05$; Tablas IV; Figura 7; Anexo I).

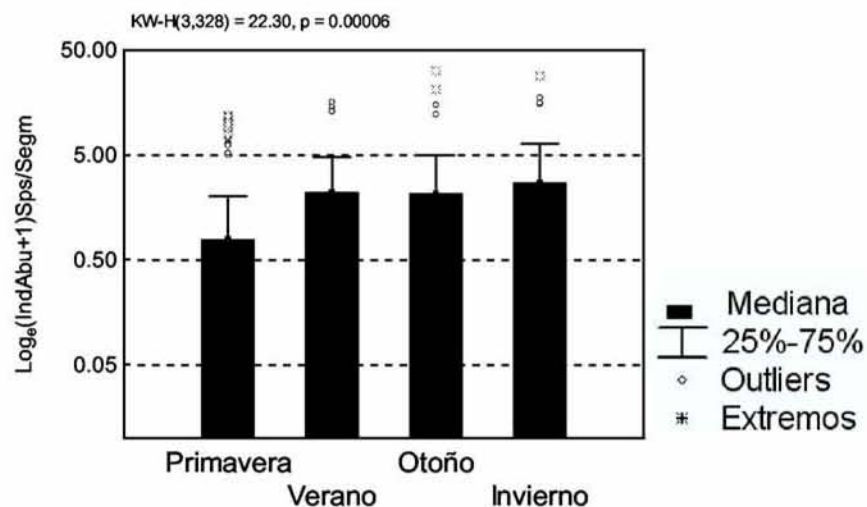


Figura 7. Densidad de aves acuáticas durante las temporadas de estudio en el CLBM-A.

Entre las zonas la densidad de aves de las costas insular y peninsular fue significativamente mayor que la zona pelágica (Tabla IV; Figura 8; Anexo I).

Entre costas, la densidad de aves fue significativamente mayor en costa insular que en costa peninsular ($P < 0.05$). Y en las tres zonas hubo segmentos donde las aves acuáticas se congregaron y tuvieron la densidad más alta.

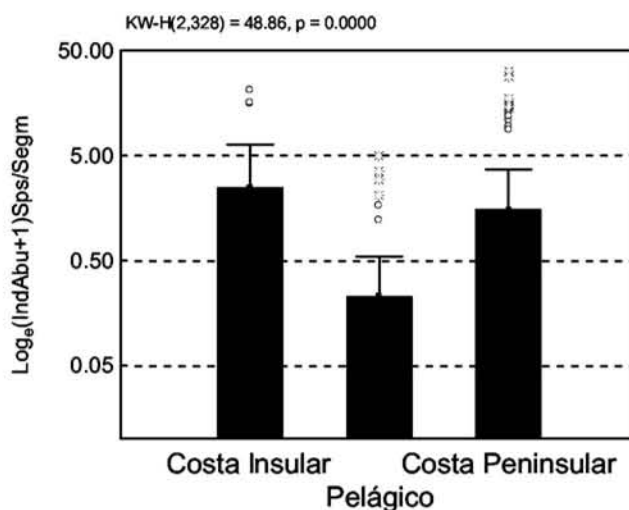


Figura 8. Densidad de aves acuáticas en las zonas del CLBM-A.

La densidad de aves entre lagunas fue diferente con base en los rangos de densidad de los segmentos (Tabla IV; Figura 9; Anexo I), pero con base en las medianas la densidad de las lagunas fue similar (n.s.).

En las tres lagunas, algunos segmentos tuvieron densidad alta de aves acuáticas (Figura 9; Anexo I).

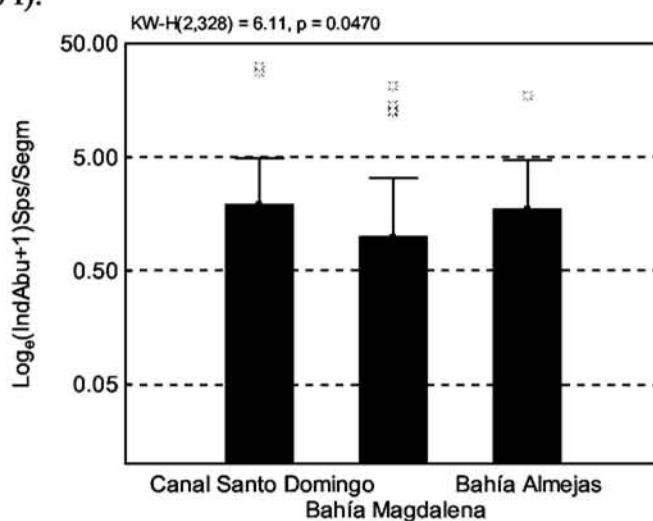


Figura 9. Densidad de aves acuáticas en las lagunas del CLBM-A.

En los habitats hubo diferencias significativas de densidad con base tanto en los rangos como en las medianas de densidad de cada habitat (Tabla IV; Figura 10; Anexo I).

La densidad en el ambiente pelágico fue significativamente menor que la de siete habitats ($P < 0.05$).

Y la densidad del manglar fue menor a la de playa arenosa ($P < 0.05$). También las aves se concentraron en algunos segmentos de manglar, playa arenosa, dunas, costa rocosa, manglar-marismas y pelágico, donde tuvieron densidad alta, principalmente en el manglar donde se observan mayor número de estos segmentos (Figura 10; Anexo I).

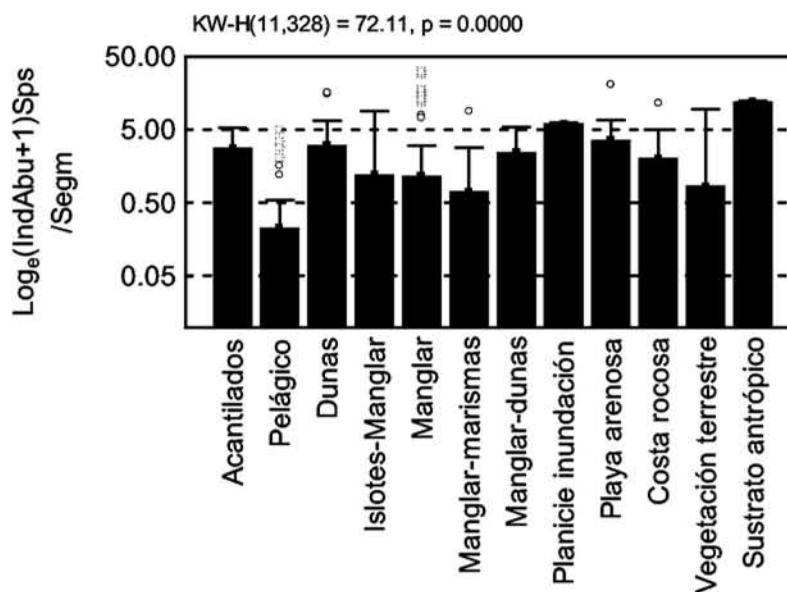


Figura 10. Densidad de aves acuáticas en los habitats del CLBM-A.

En los segmentos con diferente estado de conservación no hubo diferencia significativa en la densidad de aves acuáticas (n.s; Tabla IV; Figura 11; Anexo I).

Pero dentro de los segmentos sin disturbio o con disturbio hubo algunos que tuvieron densidad alta (Figura 11).

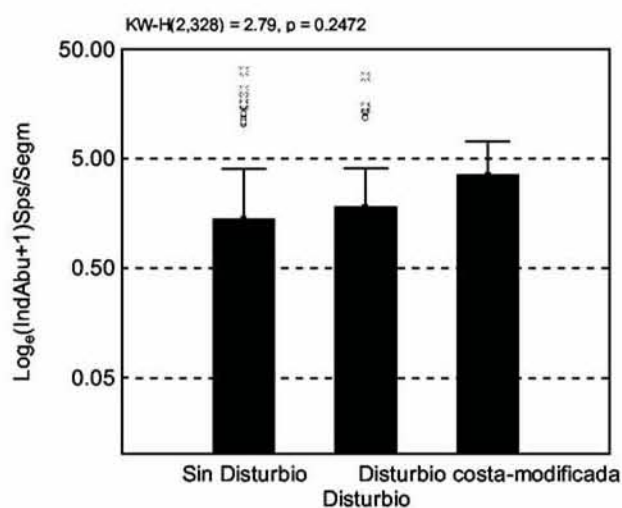


Figura 11. Densidad de aves acuáticas en el litoral con diferente estado de conservación del CLBM-A.

Tabla IV. Pruebas Kruskal-Wallis de los rangos de densidad y prueba de medianas Chi-cuadrada de la densidad entre temporadas y unidades de paisaje.

Densidad de aves acuáticas						
Densidad de aves acuáticas	H	g.l.	p	χ^2	g.l.	p
Estación anual	24.21	3	0.00	24.24	3	0.00
Laguna	6.12	2	0.04	3.35	2	n.s.
Zona	48.87	2	0.00	35.13	2	0.00
Habitat	72.11	11	0.00	55.63	11	0.00
Condición de línea de costa	2.80	2	n.s.	0.424	2	n.s.

4.1.5. Especies anidantes

Los sitios de anidación de 17 especies fueron localizados en el CLBM-A durante este estudio (Tabla V).

Entre estas, se confirmó la presencia de seis especies que ya se conocían la localización de los sitios de anidación y aspectos de sus estrategias reproductivas (Conant *et al.* 1984, Amador 1985, Amador Silva 1985, Palacios *et al.* 1991, Henny *et al.* 1993, Amador y Guzmán-Poo 1994, Massey y Palacios 1994, Carmona *et al.* 1995, Erickson y Howell 2001).

En total, se registraron los sitios de anidación de 23 especies en el CLBM-A. Lo anterior se consideró como el criterio de mayor importancia en el análisis multicriterio para la selección de sitios para conservación de las aves acuáticas.

Tabla V. Sitios de anidación de las especies en el complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S., se indica el número de especies/sitios de anidación que se registraron en las lagunas del área de estudio.

	Lagunas (Número de sitios de anidación)			Fuente
	Santo Domingo	Bahía Magdalena	Bahía Almejas	
Brown Pelican (<i>Pelecanus occidentalis</i>)		3		1,6,10
Neotropic Cormorant (<i>Phalacrocorax brasilianus</i>)	1			10, en este trabajo
Double-crested Cormorant (<i>Phalacrocorax auritus</i>)	5			10, en este trabajo
Brandt's Cormorant (<i>Phalacrocorax penicillatus</i>)		1		1,10
Magnificent Frigatebird (<i>Fregata magnificens</i>)	1		1	1,3,10, en este trabajo
Great Blue Heron (<i>Ardea herodias</i>) Pr	5		1	1,10, en este trabajo
Snowy Egret (<i>Egretta thula</i>)	1		1	1, 10, en este trabajo
Little Blue Heron (<i>Egretta caerulea</i>)	1		1	1,10 en este trabajo
Tricolored Heron (<i>Egretta tricolor</i>)	1		1	1,10 en este trabajo
Reddish Egret (<i>Egretta rufescens</i>) Pr	1		1	1,10 en este trabajo
Green Heron (<i>Butorides virescens</i>)	1, Observaciones de individuos con plumaje reproductivo			1,10
Black-crowned Night-Heron (<i>Nycticorax nycticorax</i>)	1		1	1,10 en este trabajo
Yellow-crowned Night-Heron (<i>Nyctanasa violacea</i>)	1		1	1,10 en este trabajo
White Ibis (<i>Eudocimus albus</i>)	1			1,10 en este trabajo
Osprey (<i>Pandion haliaetus</i>)	49	61		6,7,10, en este trabajo
Bald Eagle (<i>Haliaeetus leucocephalus</i>) P	1		2	1,2,5,10
Peregrine Falcon (<i>Falco peregrinus</i>) Pr	1			4, 10, este trabajo
Clapper Rail (<i>Rallus longirostris</i>) Pr	2	1		9,10
Snowy Plover (<i>Charadrius alexandrinus</i>)	2	1	2	8,10
Wilson's Plover (<i>Charadrius wilsonia</i>)	2	1	2	10, en este trabajo
American Oystercatcher (<i>Haematopus palliatus</i>)	2	1	2	1, 10, en este trabajo
Least Tern (<i>Sterna antillarum</i>) P	2	1	2	1, 10, en este trabajo
Western Gull (<i>Larus occidentalis</i>)		1		1
Caspian Tern (<i>Sterna caspia</i>)	2			10, en este trabajo
Yellow Warbler (<i>Dendroica petechia</i>)	Observaciones de individuos con plumaje reproductivo			1,10
Totales Número de Sitios	82	71	18	
Total Especies	22	10	14	

¹Amador-Silva E. 1985. Avifauna de Isla Santa Margarita, B.C.S., México [Tesis de Licenciatura]. La Paz, B.C.S.: Universidad Autónoma de Baja California Sur. 1-42 p

²Amador E.S. y Guzmán-Poo J. 1994. El Águila Calva (*Haliaeetus leucocephalus*) en Isla Margarita, Baja California Sur, México. Revista de Investigación Científica, Ciencias Marinas, UABCS 5(1): 33-35.

³Carmona R., Guzmán J y Elorduy Garay JF. 1995. Hatching, growth, and mortality of magnificent frigatebird chicks in southern Baja California. Wilson Bulletin 107(2): 328-337.

⁴Castellanos, A., C. Argüelles, F. Salinas-Zavala, y Alfredo Ortega-Rubio, 2005. Nesting record and observations of breeding Peregrine Falcons in Baja California Sur, México. J. Raptor Res. 39(4): 472-475

⁵Conant B., Novara AM y Henny CJ. 1984. Monitoring Bald Eagle Nesting in Baja California, Mexico. Raptor Research 18(2): 36-37.

⁶Everett WT. Historic and present distribution of breeding marine birds of Baja California's Pacific coast; 1989; La Paz, BCS. p 97-105.

⁷Henny CJ., Conant B y Anderson DW. 1993. Recent distribution and status of nesting bald eagle in Baja California, Mexico. Journal of Raptor Research 27(4): 203-209.

⁸Palacios E, Alfaro L y Page GW. 1994. Distribution and abundance of breeding snowy plovers on the Pacific coast of Baja California. Journal of Field Ornithology 65(4): 490-497

⁹Hinojosa-Huerta, O., E. Palacios, S. Guzmán, R. Bolaños, H. Iturrabarria-Rojas, M. A. Guevaray A. Calvo. 2004. Status and conservation of marshbirds in Northwestern Mexico. Pronatura Noroeste, A. C.-CICESE. 13 p

¹⁰Zárate-Ovando B., Palacios E., Reyes-Bonilla H., Amador E y Saad G. 2006. Waterbirds of the Lagoon Complex Magdalena Bay-Almejas, Baja California Sur, Mexico. Waterbirds 29(3): 350-364.

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, doce taxa de las 80 especies que se observaron en el CLBM-A se encuentran en alguna categoría de riesgo, de éstos siete anidan en el área de estudio por lo que son prioritarias para la conservación (Tabla V).

Destacan entre estas el águila calva y la golondrina marina *Sterna antillarum browni*, consideradas en peligro de extinción y se reproducen en el CLBM-A. El ganso de collar *Branta bernicla nigricans* y el paño negro *Oceanodroma melania*, están amenazadas. El halcón peregrino *Falco peregrinus*, la garza rojiza *Egretta rufescens*, el rascón picudo *Rallus longirostris*, las gaviotas ploma *Larus heermanni* y de patas amarillas *Larus livens*, y el charrán elegante *Sterna elegans*, están en protección especial (Anexo II).

A nivel continental, 47 de las 80 especies ostentan alguna categoría de conservación (Wetlands International 2002), de aquellas, 19 son las que numéricamente están mejor representadas en el complejo lagunar (Anexo I), es decir, en el área del CLBM-A se concentra temporalmente cerca del 1% o un porcentaje mayor de su población regional o continental, principalmente de siete especies (Anexo II).

4.2. Composición específica y abundancia por gremios de aves acuáticas del CLBM-A.

Gremios de aves acuáticas

Las 80 especies de aves acuáticas se agruparon en nueve gremios (Figura 3; Anexo I). Los gremios con mayor riqueza específica fueron: 1) los playeros con 22 especies, 27% de la riqueza total (80 especies; Figura 3). Este gremio se subdividió en aves playeras grandes, medianas y pequeñas (Anexo II). De las 22 especies de aves playeras ocho se consideran pequeñas y otras tantas medianas, y seis especies grandes (Anexo II). 2) Los

láridos agruparon 21% del total de las especies. 3) Las garzas o aves zancudas 14%. Los pelecanidos y anátidos 10%; y el resto de los grupos incluyó menos del 9% de la riqueza total.

Los gremios que concentraron la abundancia mayor fueron los pelecanidos (54% del total de individuos), playeros (23%) y láridos (13%). Los anátidos agruparon menos del 6% de la abundancia total (Figura 12; Anexo II).

Los pelecanidos conformados por ocho especies fue el gremio de aves acuáticas que concentró más de la mitad de las aves del complejo lagunar (total 112,512 individuos; 50,151 en otoño, 32,693 in verano, 16,800 en invierno y 12,868 en primavera).

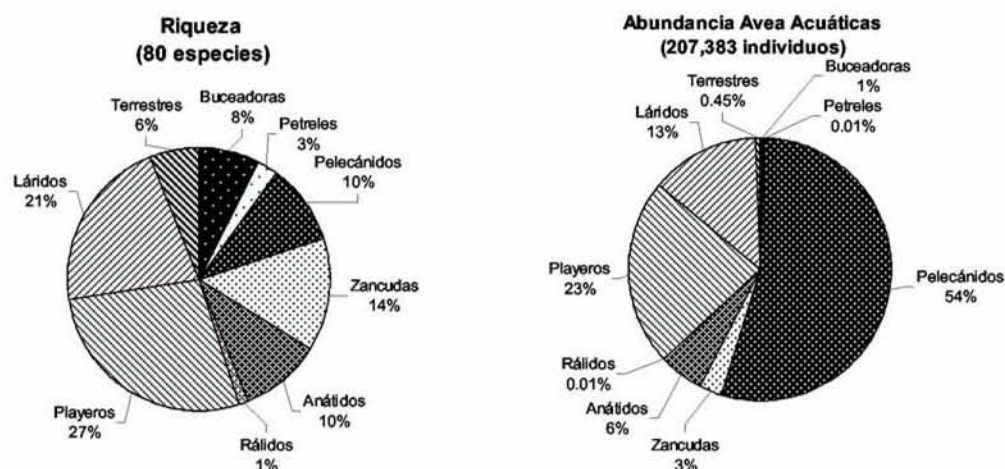


Figura 12. Riqueza y abundancia de aves acuáticas por gremio, en el CLBM-A.

Principalmente en Bahía Magdalena en verano (22, 858) y otoño (38, 361). La tijereta, el pelícano café y el cormorán orejudo se distribuyeron en las tres lagunas y fueron las especies dominantes (Anexo II), el pelícano café de Canal Santo Domingo, el cormorán orejudo de Bahía Almejas y la tijereta de Bahía Almejas.

El mayor número de pelícano café se concentró en Bahía Magdalena en verano y otoño. El cormorán orejudo fue hasta dos veces más abundante en Bahía Magdalena en estas temporadas en comparación con la abundancia de esta especie en las otras lagunas.

El cormorán de Brandt tuvo distribución regional, aunque se concentró preferentemente en Bahía Magdalena en otoño.

El cormorán oliváceo *Phalacrocorax brasilianus* y pelícano blanco (*Pelecanus erythrorhynchos*) se distribuyeron en Canal Santo Domingo y Bahía Magdalena, ambas especies fueron más abundantes en Canal Santo Domingo. La primera en verano y la segunda en invierno (Anexo II).

La tijereta se distribuyó en las tres zonas del complejo lagunar pero se concentró en la colonia reproductiva del manglar Las Tijeras de la Isla Santa Margarita en Bahía Almejas. La población reproductiva promedio en este sitio es de 40,264 individuos —estimada al 95% de confianza—, con un intervalo de 29,826 a 50,642 individuos, con al menos 27,000 nidos activos (Moreno y Carmona 1988a, Carmona *et al.* 1995) y de 30,000 individuos en invierno y primavera. Fuera del área reproductiva durante este estudio se observaron pocas tijeretas (Anexo II).

4.2.1. Densidad, temporal y espacial, de los gremios de aves acuáticas del CLBM-A.

Los pelecanidos, playeros y láridos fueron los gremios que tuvieron la mayor densidad en las diferentes estaciones del año, en las tres lagunas, en las tres zonas, y en los 12 habitats, y a lo largo de la línea de costa con diferente estado de conservación en comparación con los otros gremios (Anexo I).

Las especies de los gremios tuvieron amplia variación de la densidad en los segmentos donde se observaron, esto se muestra en los ámbitos de los cuartiles inferior y superior (Q25-Q75; Q10-Q90), y en los valores de densidad mínimos y máximos en las temporadas o unidades de paisaje (Anexo I; Figuras 13-27). En contraste, la densidad de los gremios mostró diferencia menor en las medianas de las temporadas y unidad de paisaje (Anexo I).

Las medianas de los valores de densidad de los playeros y anátidos en invierno y otoño fueron las de mayor magnitud que las de cualquier otro gremio durante las estaciones del año. Las medianas de densidad de estos gremios, en cada temporada, comprendieron un número menor de segmentos en comparación con las medianas de los láridos y los pelecánidos, lo que indicó que estos últimos gremios tuvieron alta densidad en una proporción mayor del CLBM-A durante todo el año que los playeros y anátidos. Los pelecánidos tuvieron densidad extrema en varios segmentos censados en otoño, verano e invierno. Y los playeros tuvieron densidad extrema en algunos segmentos durante invierno (Anexo I; Figuras 13-14 y 16).

De los nueve gremios, los pelecánidos, playeros y las aves buceadoras presentaron diferencias significativas de densidad entre las estaciones del año (Tablas VI).

La densidad de los pelecánidos en la mayor parte del CLBM-A superó en magnitud a la de los demás gremios durante todo el año (Tabla VI; Figura 13; Anexo I). La densidad de este gremio fue significativamente mayor en verano ($p < 0.05$) e invierno ($p < 0.05$) que en primavera.

En todo el año algunos individuos de este gremio se concentraron excepcionalmente en algunos segmentos donde tuvieron la densidad más alta, sobre todo en otoño, como lo muestran los datos considerados extremos (Figura 13).

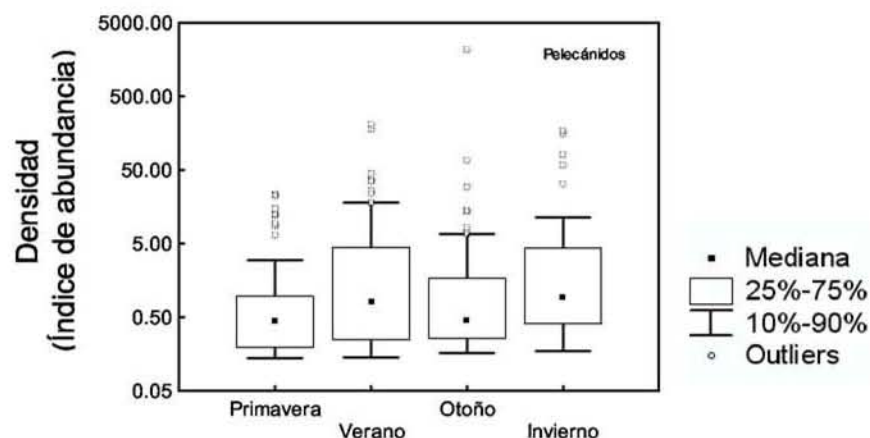


Figura 13. Densidad de los pelecánidos en las temporadas en el CLBM-A.

Los playeros tuvieron la densidad menor en primavera (Tablas VI; Figura 14; Anexo I), pero aumentó en cada temporada, y en otoño ($P < 0.05$) e invierno ($P < 0.05$) este gremio tuvo significativamente la mayor densidad en comparación con la primera temporada.

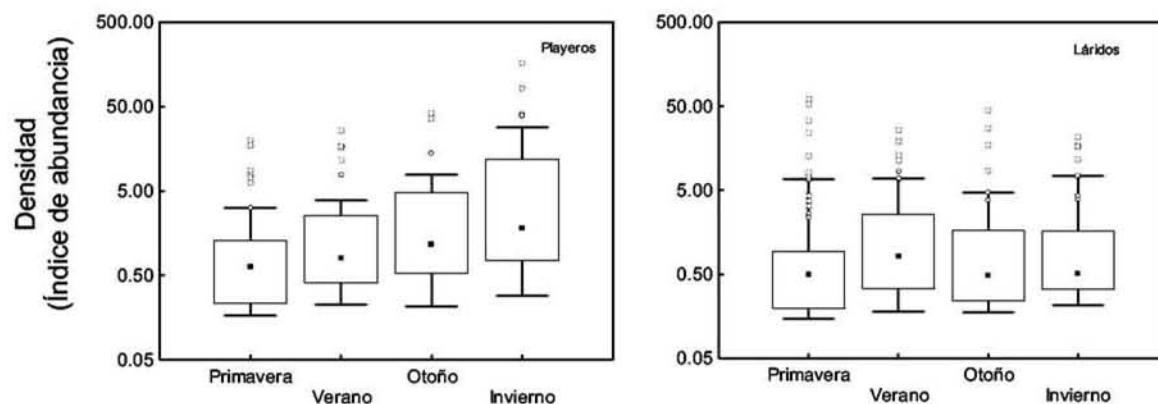


Figura 14. Densidad de las aves playeras y láridos durante las temporadas en el CLBM-A.

La densidad de los láridos fue similar durante el año (n.s; Tablas VI; Figura 14). Pero como los pelecánidos, algunos individuos de este gremio se concentraron en segmentos donde tuvieron densidad alta en todo el año, pero principalmente en primavera (Figura 14).

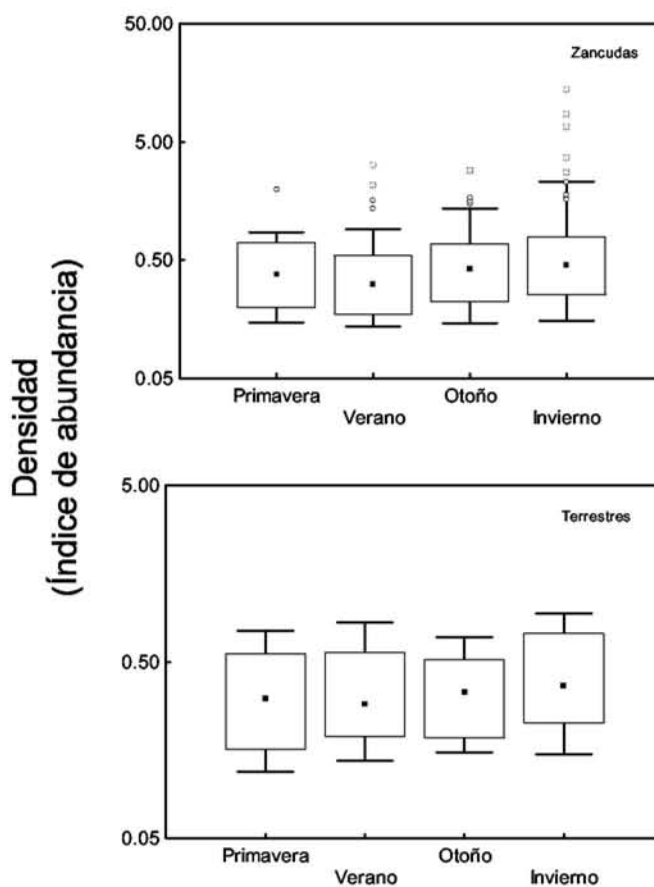


Figura 15. Densidad de las aves zancudas y anátidos durante las temporadas en el CLBM-A.

Las aves zancudas y las aves terrestres tuvieron densidad menor que los gremios anteriores (Tabla VI; Figura 15; Anexo I) y como aquellos estuvieron presentes todo el año. En estos gremios las diferencias de densidad entre las estaciones del año no fueron significativas (n.s; Tabla VI). Pero en invierno, parte de los individuos de las aves zancudas

se concentraron en más segmentos que en las otras estaciones del año, donde tuvieron densidad alta (Figura 15).

Las aves terrestres no se concentraron en sitios particulares como los gremios anteriores, su abundancia fue relativamente uniforme a lo largo del año (Figura 15).

Los anátidos y las aves buceadoras se presentaron en tres temporadas (Figura 16) Los anátidos estuvieron presentes en mayor número de segmentos en invierno que otoño (Anexo I), pero las diferencias de densidad entre temporadas no fueron significativas (n.s; Tabla VI; Figura 16). En estas temporadas, parte de los individuos de estos grupos de aves se concentraron en pocos segmentos, donde tuvieron densidad alta.

Las aves buceadoras tuvieron densidad diferente entre las estaciones del año (Tabla VI; Anexo I; Figura 16). La densidad de primavera fue significativamente mayor que la de otoño ($P < 0.05$). En las tres estaciones hubo un sitio donde estas aves concurren, sobre todo en primavera cuando estas aves tuvieron la densidad más alta.

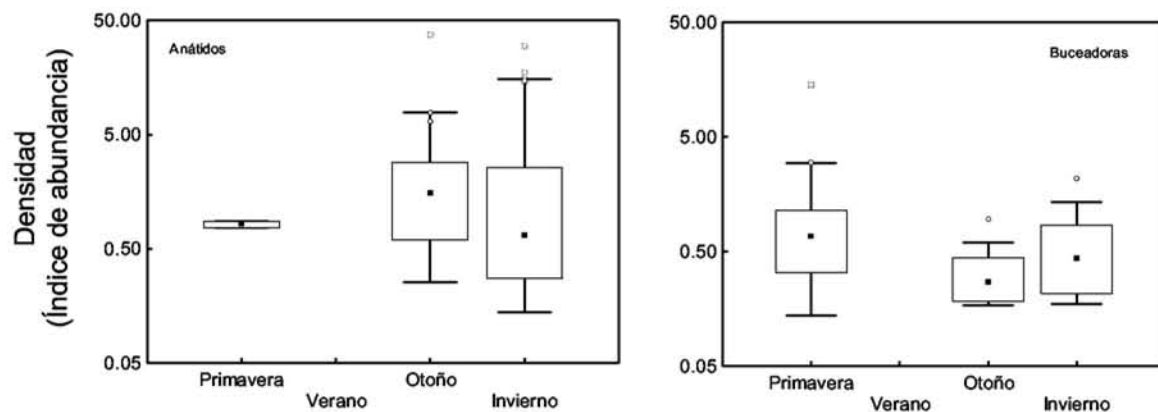


Figura 16. Densidad de anátidos y aves buceadoras durante las temporadas en el CLBM-A.

Por último, los petreles y rálidos fueron los gremios con la densidad más baja (Anexo I), pero a diferencia de los gremios anteriores los petreles se observaron solo en

verano y otoño, y los rálidos desde primavera a otoño. Las diferencias temporales de densidad en ambos grupos no fueron significativas (n.s; Tabla VI; Anexo I).

De los nueve gremios, las aves de cinco se distribuyeron en las tres lagunas (Anexo I). De estos gremios solo los pelecanidos presentaron diferencias de densidad significativas entre lagunas (Tablas VI; Figura 17). Pero también los rálidos, gremio que se distribuyó en Canal Santo Domingo y Bahía Magdalena, presentaron diferencias de densidad significativas entre estas lagunas (Tabla VI; Anexo I).

Los pelecanidos, gremio que tuvo la densidad mayor que los demás gremios, tuvo densidad diferente entre Canal Santo Domingo y Bahía Magdalena ($P < 0.05$; Tabla VI; Figura 17; Anexo I).

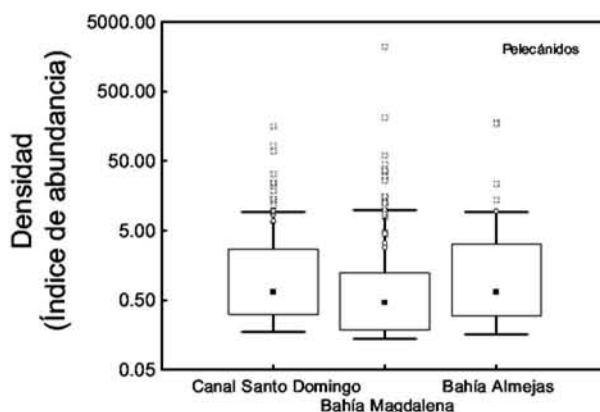


Figura 17. Densidad de pelecanidos en las lagunas del CLBM-A.

Pero en las tres lagunas, la densidad más alta de pelecanidos se presentó en varios segmentos, sobre todo de Bahía Magdalena donde en un segmento tuvieron densidad extrema (Figura 17; Anexo I).

Los playeros y láridos tuvieron densidad similar entre lagunas (n.s; Tabla VI).

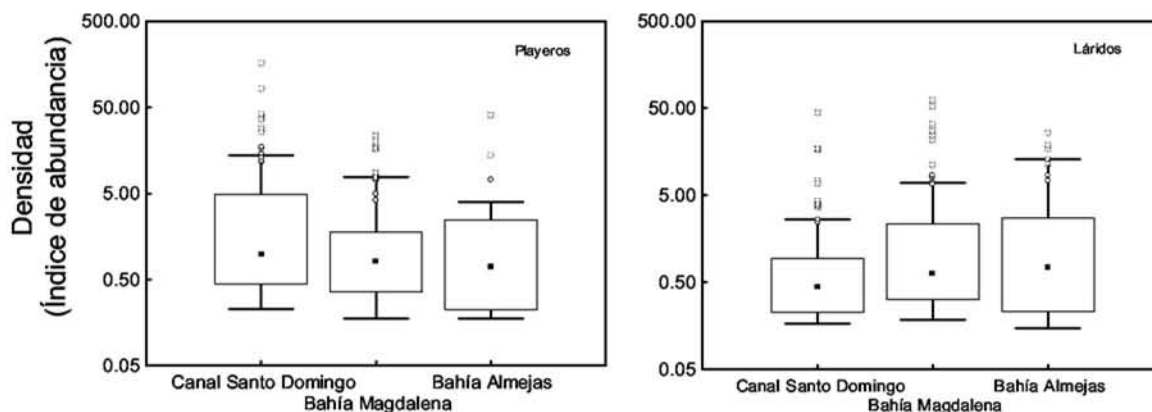


Figura 18. Densidad de aves playeras y láridos en las lagunas del CLBM-A.

Pero en estas, una parte de los individuos de ambos gremios se congregaron en sitios particulares donde tuvieron densidad alta (Anexo I).

Los playeros, en algunos segmentos de Canal Santo Domingo y los láridos en mayor número de segmentos de Bahía Magdalena tuvieron densidad alta (Figura 18; Anexo I).

Las aves zancudas, anátidos y aves buceadoras también se distribuyeron las tres lagunas (Figura 19), pero tuvieron densidad menor que los gremios anteriores (Anexo I).

En estos gremios no hubo diferencias de densidad significativas entre las lagunas (n.s; Tabla VI; Anexo I).

Pero también en algunos segmentos estas aves tuvieron densidad alta, sobre todo las aves zancudas y anátidos en segmentos de Canal Santo Domingo (Figura 19) y las aves buceadoras en algunos segmentos de Bahía Magdalena (Figura 19; Anexo I).

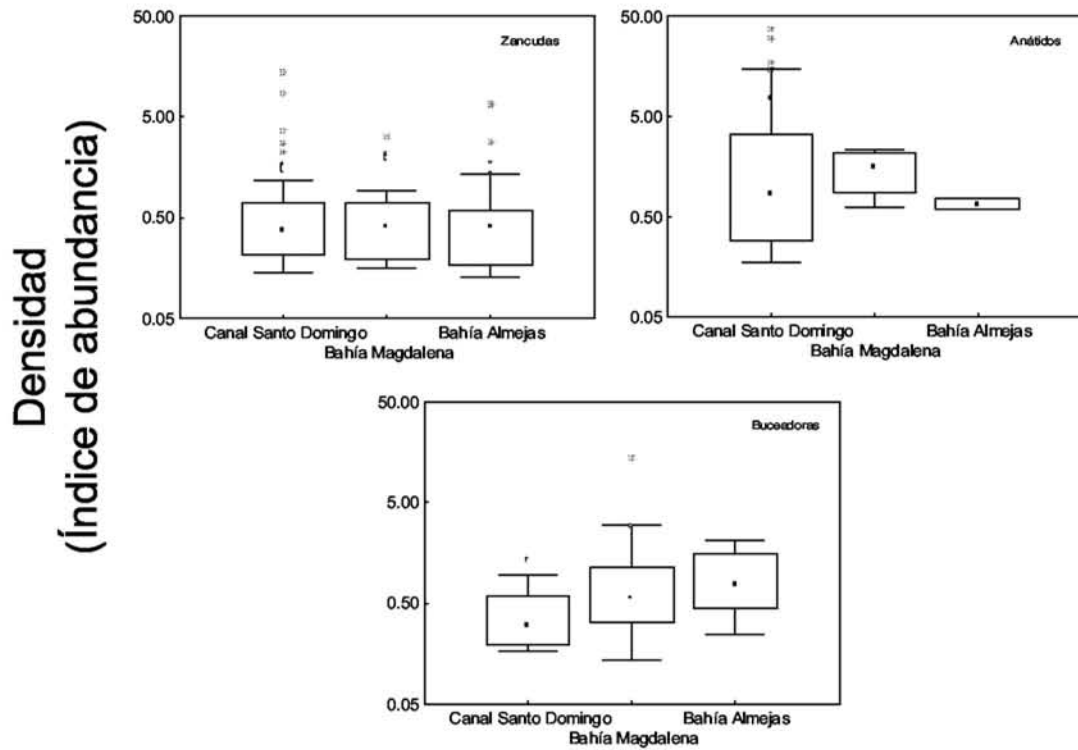


Figura 19. Densidad de aves zancudas, anátidos y aves buceadoras en las lagunas del CLBM-A.

Las aves terrestres se distribuyeron en las tres lagunas (Figura 20). Estas aves también tuvieron densidad baja (Anexo I) y entre lagunas su densidad fue similar (n.s; Tabla VI).

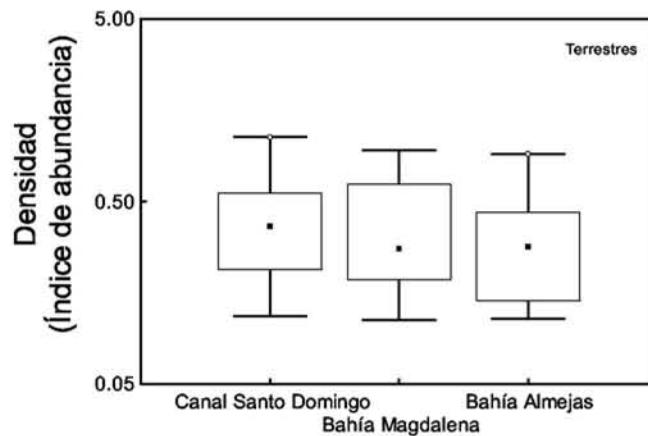


Figura 20. Densidad de las aves terrestres en las lagunas del CLBM-A.

Finalmente, los rálidos y los petreles se presentaron en muy pocos segmentos donde se observaron pocos individuos.

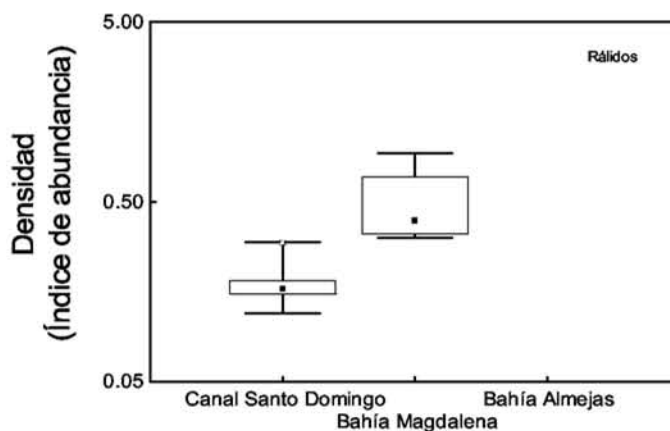


Figura 21. Densidad de los rálidos en las lagunas del CLBM-A.

Los primeros en Canal Santo Domingo y Bahía Magdalena (Figura 21); y los petreles en Bahía Magdalena (Anexo I).

Ambos gremios tuvieron la densidad mas baja en relación con los otros gremios (Anexo I). La diferencia de densidad de los rálidos entre Canal Santo Domingo y Bahía Magdalena fue significativa (Tabla VI; Figura 21)

De los nueve gremios, los pelecánidos y láridos fueron los gremios que tuvieron diferencias significativas de densidad entre las zonas (Tablas VI). Ambos grupos, se distribuyeron en las tres zonas (Figuras 22).

Los pelecánidos tuvieron densidad diferente entre la costa insular y la costa peninsular ($P < 0.05$; Tabla VI; Figura 22; Anexo I); y también entre la costa insular y el ambiente pelágico ($P < 0.05$).

En ambos casos, la densidad de la costa insular fue mayor (Anexo I).

Y parte de los individuos de estos gremios se concentraron preferentemente en algunos segmentos de las tres zonas, donde tuvieron la densidad más alta, sobre todo en la costa insular (Figura 22).

Los láridos tuvieron densidad significativamente mayor en costa insular que en el ambiente pelágico ($P < 0.05$; Tabla VI; Figura 22; Anexo I). Y también parte de los individuos de este gremio se concentraron preferentemente en segmentos de las tres zonas, principalmente en segmentos de las costas peninsular e insular. En estos últimos tuvieron la densidad más alta (Figura 22).

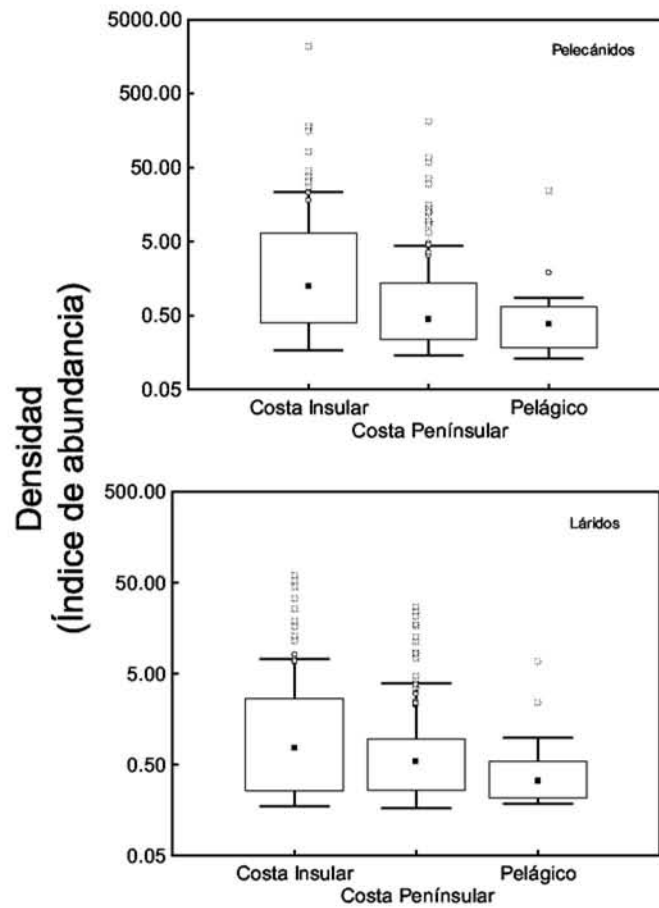


Figura 22. Densidad de pelecánidos y láridos en las zonas del CLBM-A.

Las aves buceadoras se distribuyeron en las tres zonas, pero no hubo diferencia de densidad significativa de estas aves entre las zonas (n.s; Tabla VI; Anexo I).

Los playeros, anátidos, aves zancudas (Figura 23) y terrestres se distribuyeron en las costas insular y peninsular, pero ninguno de estos gremios tuvo diferencia de densidad significativa entre las costas (n.s; Tablas VI; Anexo I).

Los anátidos y las aves zancudas tuvieron la densidad similar en los segmentos de la costa peninsular insular (n.s; Tabla VI; Figura 23; Anexo I).

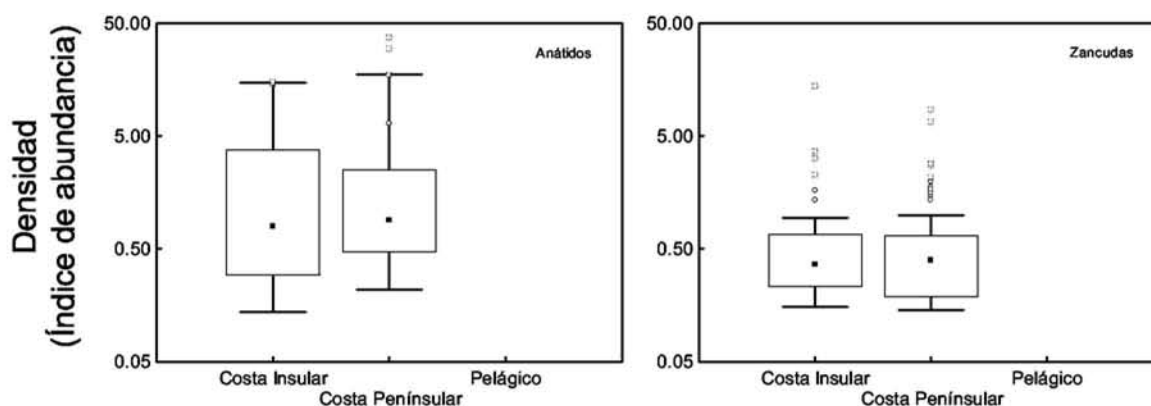


Figura 23. Densidad de anátidos y aves zancudas en las zonas del CLBM-A.

Los petreles fueron el gremio que solo se observó en la zona pelágica, donde tuvieron densidad menor que los otros gremios.

En los habitats, los gremios que tuvieron ubicuidad mayor fueron los pelecanidos y láridos, estos gremios se distribuyeron en segmentos de los doce habitats (Figuras 24 y 25).

Seguidos de las aves zancudas (11 habitats); y las aves playeras y terrestres (en diez habitats; Figura 26). En contraste, los gremios que ocurrieron en segmentos de seis o menos habitats fueron las aves buceadoras (6), los anátidos (4; Figura 27), y los rálidos y los petreles, estos últimos concurren en segmentos de un habitat.

Los gremios que tuvieron diferencias significativas de densidad entre habitats fueron los pelecánidos, los láridos y las aves playeras (Tabla VI; Anexo I).

Los pelecánidos tuvieron diferencias de densidad significativas en los habitats (Tabla VI; Anexo I), entre el ambiente pelágico y: playa arenosa ($P<0.05$) y las dunas ($P<0.05$).

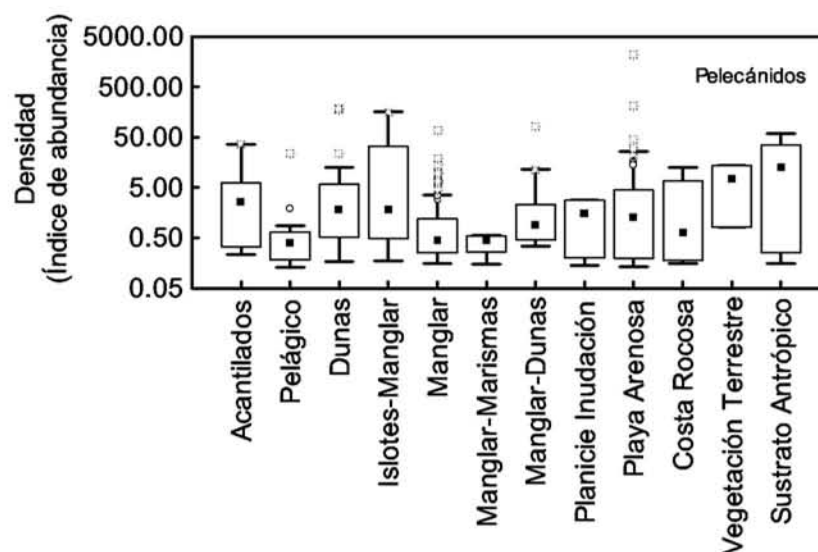


Figura 24. Densidad de pelecánidos en los habitats del CLBM-A.

Pero, individuos de este gremio se concentraron en algunos segmentos de playa arenosa, dunas, manglar, manglar-dunas, ambiente pelágico y acanuilados donde tuvieron densidad alta.

Los láridos tuvieron diferencia de densidad (Tabla VI; Anexo I; Figura 25) entre el ambiente pelágico y: playa arenosa ($P<0.05$) y costa rocosa ($P<0.05$); así como entre manglar con: playa arenosa ($P<0.05$) y costa rocosa ($P<0.05$).

Individuos de este gremio se concentraron en algunos segmentos de la playa arenosa, costa rocosa, acantilados, dunas, manglar, y el ambiente pelágico, donde tuvieron densidad alta.

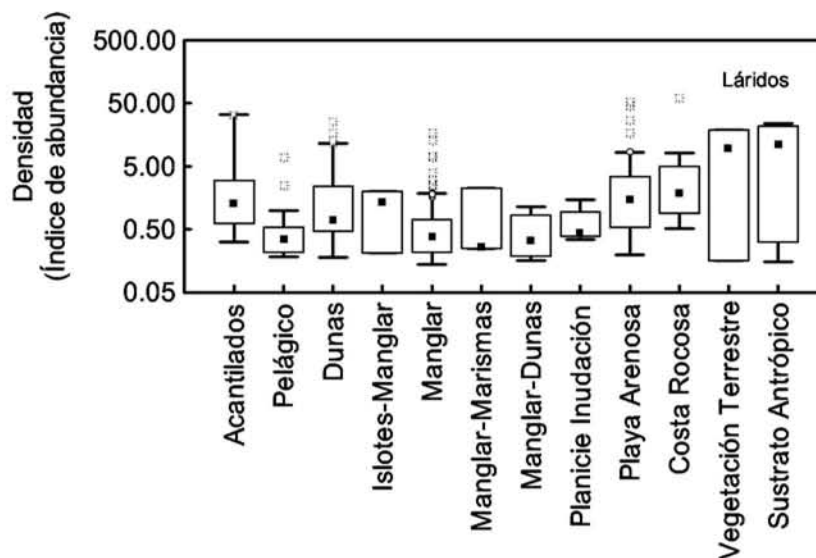


Figura 25. Densidad de láridos de aves acuáticas en los habitats del CLBM-A.

Las aves playeras se distribuyeron en segmentos de diez habitats (Figura 26). Este gremio tuvo diferencias significativas de densidad (Tabla VI; Anexo I) entre los islotes-manglar y planicie de inundación ($P < 0.05$).

En este último habitat las aves playeras tuvieron la densidad mayor. Además una parte de los individuos de este gremio se concentraron en algunos segmentos de manglar, dunas, playa arenosa y manglar-dunas, donde tuvieron densidad alta (Figura 26).

Las aves zancudas no tuvieron diferencias significativas de densidad entre los segmentos de los habitats donde se distribuyeron (n.s; Tabla VI; Figura 26; Anexo I), pero en algunos segmentos de los islotes-manglar y manglar este gremio tuvo la densidad más alta (Figura 26).

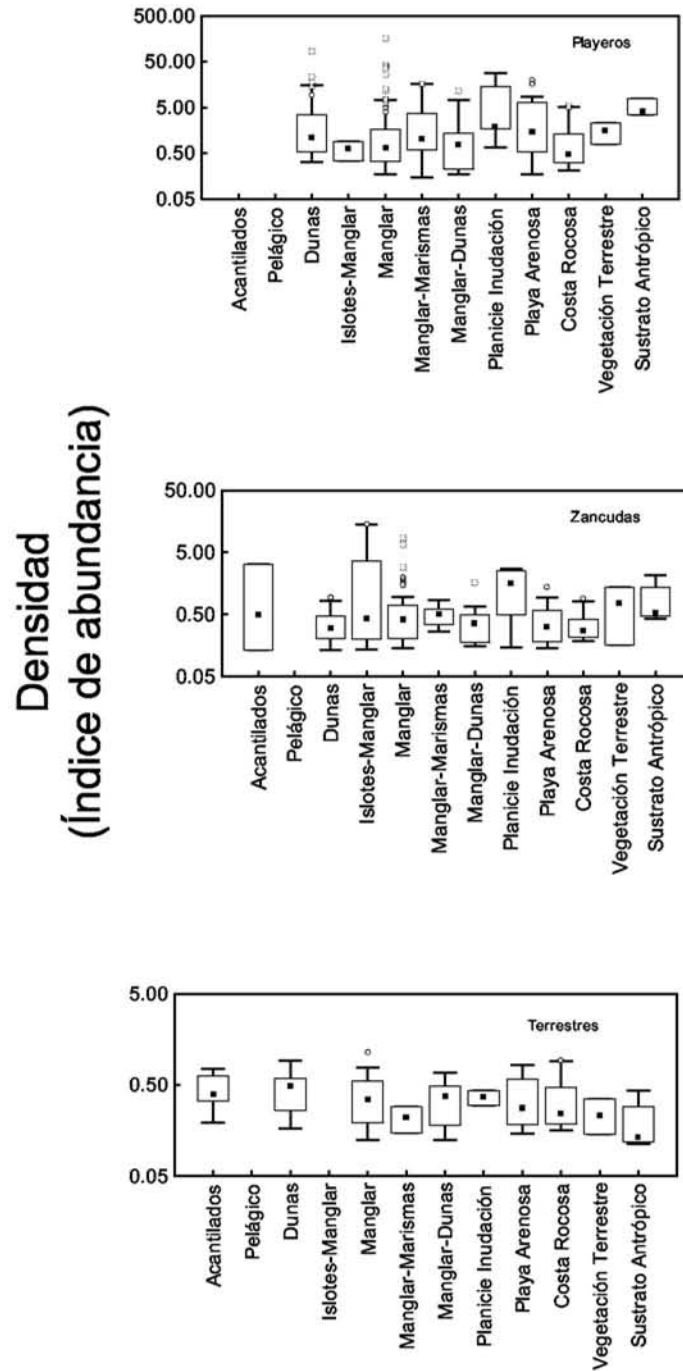


Figura 26. Densidad de aves playeras, zancudas y terrestres en los habitats del CLBM-A.

Las aves terrestres no tuvieron diferencias significativas entre habitats (n.s; Tabla VI; Anexo I), y en muy pocos segmentos de manglar y costa rocosa tuvieron densidad alta

(Figura 26). Las aves buceadoras se distribuyeron en el agua circundante de los segmentos de seis habitats y los anátidos en segmentos de cuatro.

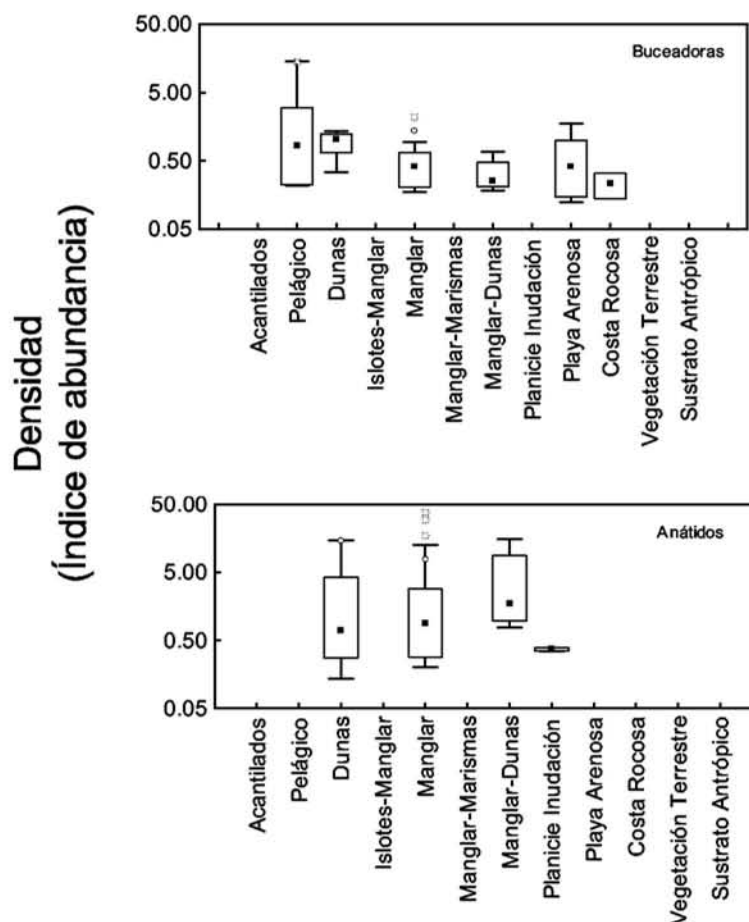


Figura 27. Densidad de aves buceadoras y anátidos en los habitats donde concurren en el CLBM-A.

En los dos gremios no hubo diferencias significativas de densidad (n.s; Tablas VI; Figura 27; Anexo I). Pero los anátidos se concentraron en algunos segmentos del manglar donde tuvieron densidad alta (Figura 27) y las aves buceadoras en algunos segmentos de manglar y pelágico (Figura 27). En ningún gremio se observaron diferencias significativas de densidad en el litoral con estado de conservación diferente (n.s; Tabla VI; Anexo I).

Tabla VI. Prueba de Kruskal-Wallis de la densidad de los nueve gremios, en las temporadas y unidades de paisaje.

a) Buceadoras

	H	g.l.	p
*Estación anual	6.78	2	0.0300
Laguna	5.45	2	n.s.
Zona	3.93	2	n.s.
**Habitat	9.09	5	n.s.
Estado conservación del litoral	0.47	2	n.s.

* Primavera, otoño e invierno

** Pelágico, manglar, manglar-dunas, playa arenosa, costa rocosa

b) Pelécanidos

	H	g.l.	p
Estación anual	14.39	3	0.00240
Laguna	6.36	2	0.04200
Zona	29.50	2	0.0000
Habitat	33.17	11	0.0005
Estado conservación del litoral	0.80	2	n.s.

c) Zancudas

	H	g.l.	p
Estación anual	4.23	3	n.s.
Laguna	0.11	2	n.s.
*Zona	U= 6504		n.s.
**Habitat	9373.0	10	n.s.
Estado conservación del litoral	3.70	2	n.s.

* Costa insular, costa peninsular; Prueba U de Mann Whitney

** Todos los habitats, menos pelágico

c) Anátidos

	H	g.l.	p
*Estación anual	1.28	2	n.s.
Laguna	0.54	2	n.s.
**Zona	U=231		n.s.
***Habitat	2.33	3	n.s.
Estado conservación del litoral	4.58	2	n.s.

* Primavera, otoño e invierno

** Costa insular, costa peninsular; Prueba U de Mann Whitney

*** Dunas, manglar, manglar-dunas, planicie de inundación

c) Rápidos

	H	g.l.	p
*Estación anual	3.65	2	n.s.
**Laguna	U=0.00		0.0100
*** Estado conservación del litoral	U=9.00		n.s.

* Primavera, verano, otoño
 ** Canal Santo Domingo, Bahía Magdalena; Prueba U de Mann Whitney
 *** Sin disturbio, disturbio; Prueba U de Mann Whitney

c) Playeros

	H	g.l.	p
Estación anual	21.70	3	0.0001
Laguna	4.44	2	n.s.
*Zona	U=5402		n.s.
**Habitat	17.27	9	0.0400
Estado conservación del litoral	0.48	2	n.s.

* Costa insular, costa peninsular; Prueba U de Mann Whitney
 ** En todos menos en pelágico y acantilados

c) Láridos

	H	g.l.	p
Estación anual	5.86	3	0.1200
Laguna	5.19	2	n.s.
Zona	8.21	2	0.0200
Habitat	43.8	11	0.0000
Estado conservación del litoral	0.13	2	n.s.

c) Terrestres

	H	g.l.	p
Estación anual	2.57	3	.n.s.
Laguna	3.66	2	n.s.
*Zona	U=9908		n.s.
**Habitat	11.1	9	n.s.
Estado conservación del litoral	1.88	2	n.s.

* Costa insular, costa peninsular; Prueba U de Mann Whitney
 ** En todos menos en pelágico e islotes de manglar

4.3. Estructura de la comunidad de aves acuáticas del CLBM-A.

Riqueza

La riqueza acumulada relativa a las estaciones del año, zonas, lagunas, habitats y al estado de conservación de los segmentos fue diferente.

En otoño se observaron más especies (70 de las 80) en el área de estudio. En contraste, en verano hubo menos especies (53).

En Canal Santo Domingo se observaron más especies (73 especies) y menos en Bahía Almejas (52).

Entre zonas, en la costa peninsular se observaron mas especies (75) que en la costa insular (67). En contraste en el cuerpo de agua o pelágico, se observaron tan solo 19 especies.

Entre habitats, en manglar se observaron mas especies (71), seguido de dunas (60) y playa arenosa (53). Y en vegetación terrestre (14) y acantilados (13 especies) se observaron menos especies.

La longitud de habitat censado vs. riqueza acumulada de cada habitat, mostró que el número de especies se incrementó irregularmente según la longitud de línea de costa censada (Anexo III). En manglar se observó la mayor riqueza de especies que en dunas o playa arenosa, estos habitats fueron los de cobertura mayor y en los que se censó mayor número de segmentos (Anexos I y III). Pero el manglar-dunas, habitat con menor longitud de censada que costa rocosa, islotes-mangle y pelágico, acumuló mayor número de especies (Anexos II y III).

En la costa sin disturbio se observaron más especies (76 especies), que en las costas con disturbio (64) o con disturbio-costa modificada (45 especies), pero la primera tuvo la mayor cobertura y se censó mayor longitud de costa (Tabla II; Anexo I).

Diversidad

En el CLBM-A hubo diferencias significativas en la diversidad de aves entre las temporadas, zonas, lagunas y habitats (Tabla VII). Los segmentos que tuvieron valores de diversidad muy altos en las lagunas están representados en las graficas como puntos sobre las barras. Y aquellos segmentos que tuvieron diversidad muy baja están representados como puntos dentro de estas.

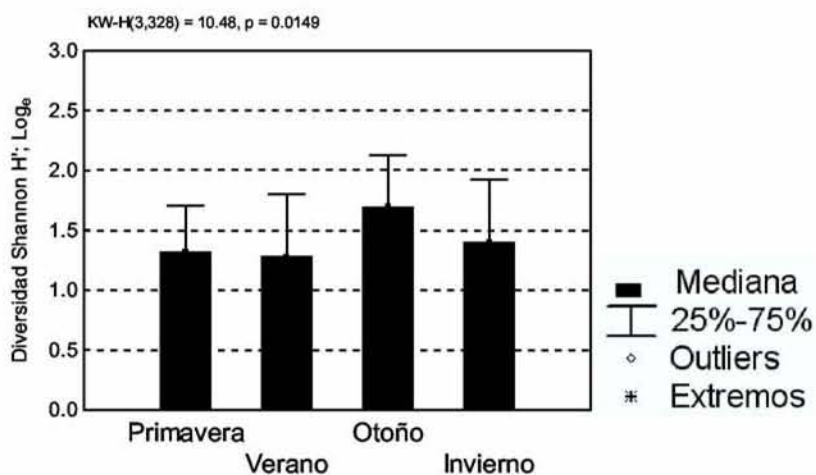


Figura 28. Diversidad de aves acuáticas durante las temporadas en el CLBM-A

La diversidad de aves fue significativamente mayor en otoño ($P < 0.05$) que primavera y verano en el complejo lagunar. (Tabla VII; Figura 28; Anexo I).

Entre zonas, la costa peninsular tuvo diversidad significativamente mayor que la costa insular ($P < 0.05$) o la zona pelágica ($P < 0.05$) del complejo lagunar (Tabla VII; Figura 29; Anexo I).

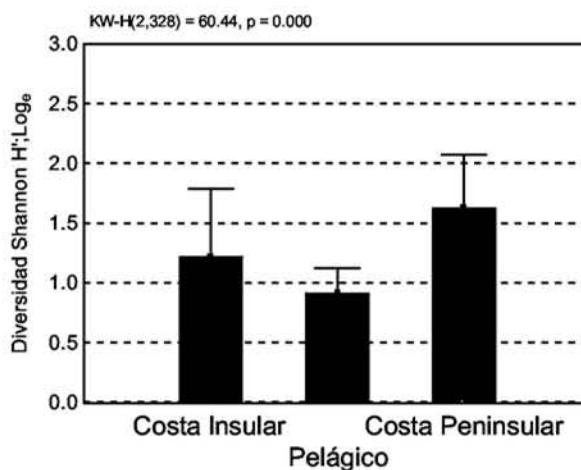


Figura 29. Diversidad de aves acuáticas en las zonas del CLBM-A.

Entre lagunas, Canal Santo Domingo ($P < 0.05$) y Bahía Almejas ($P < 0.05$) tuvieron diversidad significativamente mayor que Bahía Magdalena (Tabla VII; Figura 30; Anexo I).

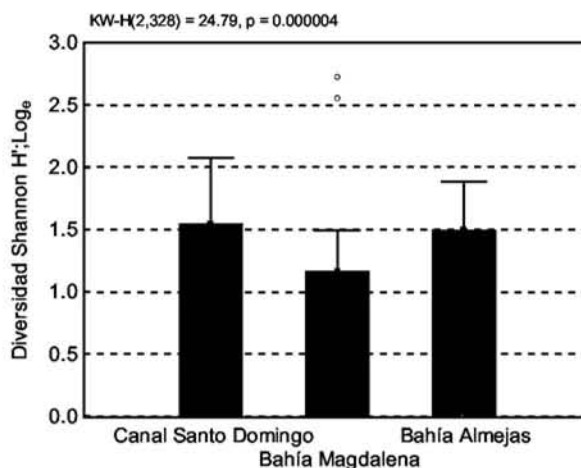


Figura 30. Diversidad de aves acuáticas en las lagunas del CLBM-A. Algunos segmentos de Bahía Magdalena tuvieron valores de diversidad mayores

que la primera y tercera laguna (Figura 30; Anexo I). Los habitats con diversidad mayor

fueron manglar-dunas, manglar, planicie de inundación y sustrato antrópico (Tabla VII; Figura 31; Anexo I).

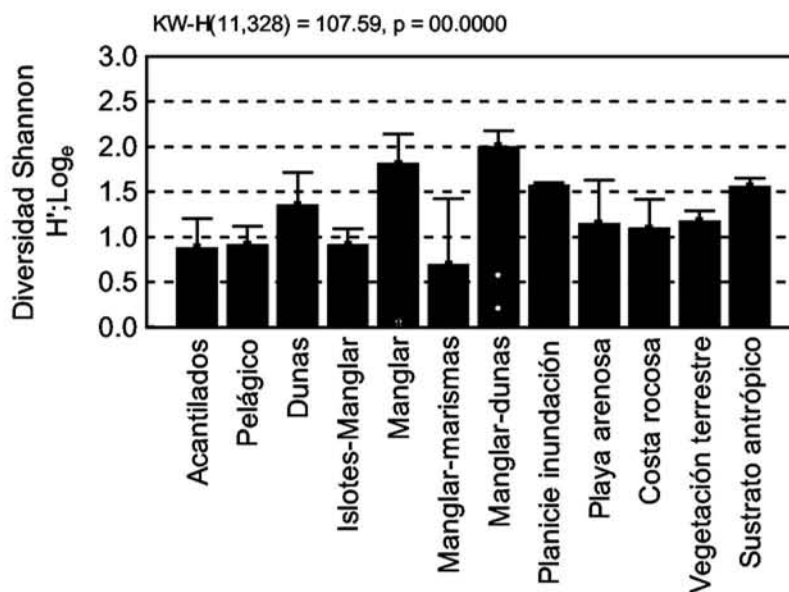


Figura 31. Diversidad de aves acuáticas en los habitats del CLBM-A.

En contraste, los que tuvieron la diversidad menor fueron manglar-marismas, pelágico, acantilados e islotes de manglar. De estos, los que tuvieron diferencia significativa de diversidad con otros habitats fueron manglar (Tabla VII), planicie de inundación, manglar-marismas y pelágico. El manglar fue diferente de dunas ($P < 0.05$), islotes-manglar ($P < 0.05$), y playa arenosa ($P < 0.05$). La planicie de inundación fue diferente de dunas ($P < 0.05$). El manglar-marismas fue diferente de islotes de manglar ($P < 0.05$). Y el ambiente pelágico fue diferente de manglar ($P < 0.05$).

En el litoral con diferente estado de conservación no hubo diferencias significativas de diversidad (n.s.; Tabla VII; Figuras 32; Anexo I).

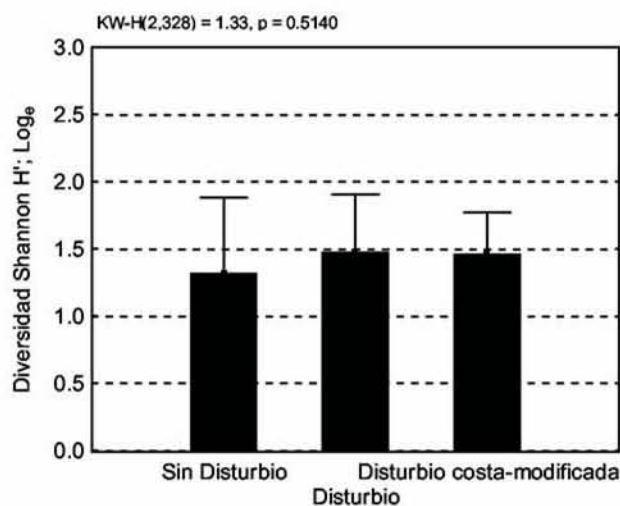


Figura 32. Diversidad de aves acuáticas en el litoral con diferente estado de conservación del CLBM-A.

Tabla VII. Pruebas Kruskal-Wallis de la diversidad de aves acuáticas entre estaciones del año y unidades de paisaje.

Diversidad de Shannon H' (Log _e)						
	H	g.l.	p	χ^2	g.l.	p
Estación anual	10.49	3	0.02	7.70	3	0.05
Laguna	24.79	2	0.00	19.97	2	0.00
Zona	60.45	2	0.00	52.09	2	0.00
Habitat	107.6	11	0.00	102.08	11	0.00
Condición de línea de costa	1.33	2	n.s.	6.27	2	0.04

Equidad

La equidad de las aves acuáticas fue diferente solo entre las zonas y los habitats (Tabla VIII; Anexo I; Figuras 29 y 31). En contraste, en las estaciones del año (Figura 33), lagunas (Figura 30) o litoral con diferente estado de conservación fue similar (n.s.; Tabla VIII; Figura 32; Anexo I).

La equidad fue similar durante el año (n.s.)

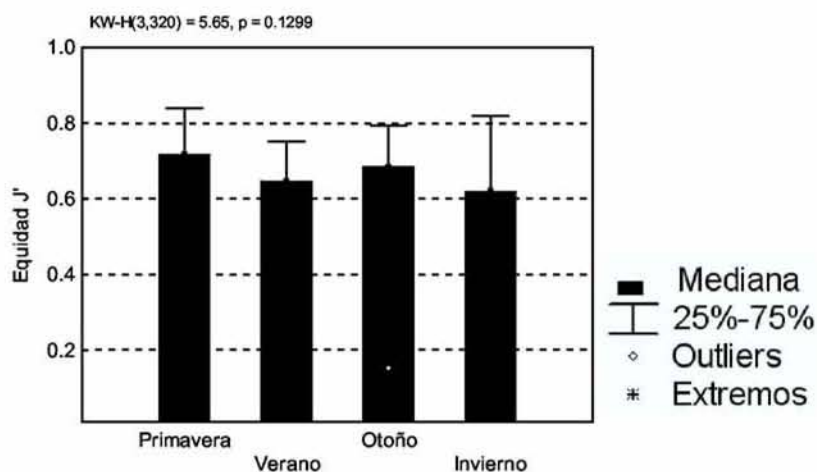


Figura 33. Equidad de la comunidad de aves durante las temporadas en el CLBM-A.

Algunos segmentos de las temporadas, zonas, lagunas y habitats tuvieron valores de equidad muy bajos estos están representados como puntos dentro de las barras (Figuras 34-36).

Entre zonas, la zona costa insular tuvo equidad significativamente menor (Tabla VIII; Figura 34; Anexo I) que la zona pelágica ($P < 0.05$) y la costa peninsular ($P < 0.05$).

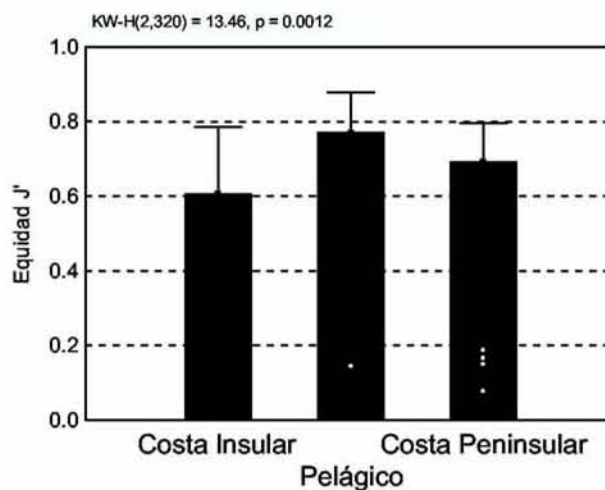


Figura 34. Equidad de la comunidad de aves en las zonas del CLBM-A.

Entre lagunas la equidad fue similar (Tabla VIII; Figura 35; Anexo I).

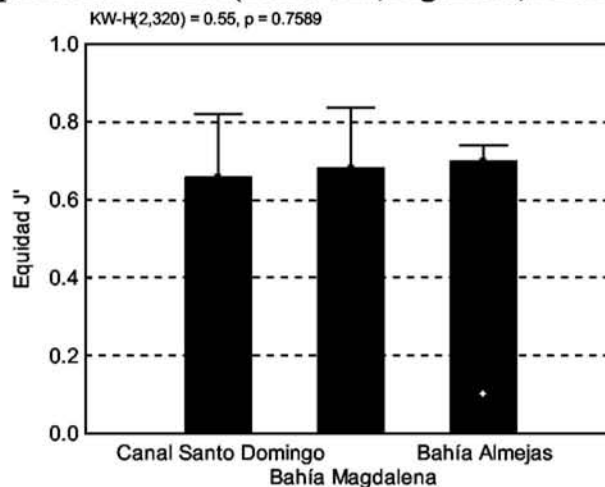


Figura 35. Equidad de la comunidad de aves en las lagunas del CLBM-A.

Entre habitats, los habitats manglar-marismas, pelágico, manglar y manglar-dunas tuvieron equidad mayor que los demás habitats (Tabla VIII; Figura 36; Anexo I).

En contraste, acantilados e islotes de manglar fueron los habitats con equidad menor (Tabla VII; Figura 36; Anexo I).

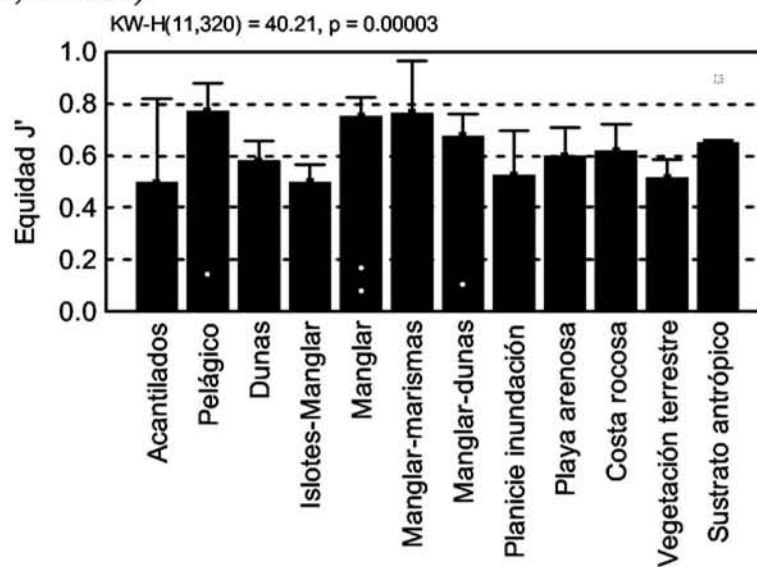


Figura 36. Equidad de la comunidad de aves acuáticas en los habitats del CLBM-A.

Pero la equidad de pelágico fue significativamente mayor que la de playa arenosa ($P < 0.05$); así como la de manglar vs. dunas ($P < 0.05$); y la de manglar vs. playa arenosa ($P < 0.05$; Tabla VII; Figura 36; Anexo I). La línea de costa con diferente estado de conservación tuvo equidad similar (n.s.; Tabla VIII; Anexo I; Figura 37).

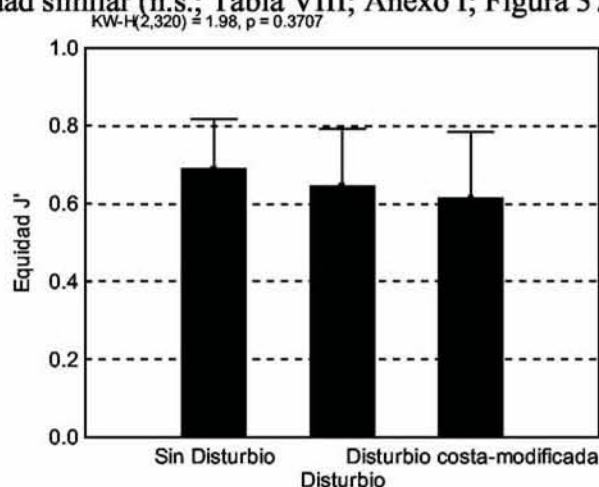


Figura 37. Equidad de la comunidad de aves acuáticas del litoral con diferente estado de conservación del CLBM-A.

Tabla VIII. Equidad de las aves acuáticas entre temporadas y unidades de paisaje del CLBM-A.

Equidad de Pielou J'						
	H	g.l.	p	χ^2	g.l.	p
Estación anual	6.27	3	n.s.	8.27	3	0.04
Laguna	0.55	2	n.s.	0.63	2	n.s.
Zona	13.47	2	0.00	10.09	2	0.01
Habitat	40.21	11	0.00	39.56	11	0.00
Condición de línea de costa	1.98	2	n.s.	1.88	2	n.s.

Similitud

Los gráficos de ordenación MDS, en 2 (stress 0.23) y 3 (stress 0.17) dimensiones, mostraron diferencias en la distancia de los coeficientes de similitud (Anexo III) entre:

1) las estaciones del año (stress 0.23), los coeficientes de similitud de los segmentos de otoño tuvieron distancia menor. En contraste, los de invierno mostraron dispersión

mayor que las otras estaciones, es decir, fue la estación del año con diferencia mayor en la composición específica.

2) Entre lagunas (stress 0.23), los coeficientes de los segmentos de Bahía Magdalena tuvieron distancia menor que los de Canal Santo Domingo. Estos últimos tuvieron dispersión mayor que Bahía Almejas, es decir, Canal Santo Domingo fue la laguna con diferencia relativa mayor en la composición.

3) Entre zonas (stress 0.23), los coeficiente de los segmentos del ambiente pelágico tuvieron distancia menor los de costa insular. Y por la distancia de los coeficientes de los segmentos entre las zonas, la costa insular fue más similar relativamente a la zona pelágica, que esta ultima con la costa peninsular. Pero ambas costas mostraron distancias mayores de los coeficientes o diferencia en la composición con el ambiente pelágico.

4) En los habitats (stress 0.22), el ambiente pelágico mostró mayor agrupación de los coeficientes que los demás habitats. Pero los coeficientes de manglar tuvieron tendencia agruparse, y diferenciarse de las de dunas y playa arenosa. Estos dos habitats mostraron distancias relativamente similares de los coeficientes de similitud. Y manglar-marismas mostró la mayor distancia entre ellos.

En las costas con diferente estado de conservación no se distinguieron diferencias de distancia entre los coeficientes (stress 0.23) de las tres categorías.

Los estadísticos de prueba ANOSIM revelaron diferencias significativas en la composición de especies. Entre estaciones del año hubo diferencias significativas ($R_{\text{global}}=0.07$, $p=0.001$), en cinco de seis comparaciones pareadas entre primavera vs otoño ($R=0.09$, $p=0.001$) e invierno ($R=0.11$, $p=0.001$), y entre verano ($R=0.11$, $p=0.001$) vs

invierno ($R=0.11$, $p=0.001$) y otoño ($R=0.078$, $p=0.001$), y entre invierno vs otoño ($R=0.03$, $p=0.004$).

Entre lagunas, los estadísticos de prueba ANOSIM comprobaron que la composición entre ellas fue significativamente diferente ($R_{\text{global}}=0.106$, $p=0.001$), debido a que las asociaciones de Canal Santo Domingo vs. Bahía Magdalena fueron diferentes ($R=0.188$, $p=0.001$).

Las asociaciones de aves de las costas peninsular e insular y pelágico fueron diferentes ($R_{\text{global}}=0.201$, $p=0.001$). La composición del ambiente pelágico fue diferente de la de costa insular ($R=0.288$, $p=0.001$) y con la de costa peninsular ($R=0.463$, $p=0.001$). Y también las asociaciones entre costas también presentaron diferencias significativas ($R=0.069$, $p=0.001$).

Las diferencias entre las asociaciones de aves de los habitats mostrada en los gráficos MDS fueron comprobadas por la prueba ANOSIM, que reveló diferencias significativas ($R_{\text{global}}=0.348$, $p=0.001$), en 34 de 66 comparaciones pareadas (Anexo III) entre los habitats. La asociación de aves de los habitats pelágico, manglar y manglar-marismas, mostraron más diferencias significativas con los demás habitats (Anexo III).

Finalmente y consistente con el gráfico MDS de la composición entre segmentos con diferente estado de conservación, los estadísticos de prueba ANOSIM confirmaron que la composición fue similar entre ellos ($R_{\text{global}}=0.019$, $p=$ n.s.; Anexo III).

En los habitats de mayor extensión del complejo lagunar: el manglar, playa arenosa y dunas, los gráficos MDS mostraron poca diferencia de la composición durante las temporadas, o en las zonas, lagunas y condición de línea de costa que tuvieron segmentos de estos habitats (stress 2d=0.23; stress 3d = 0.17).

En los segmentos de manglar, la grafica MDS (Figura 38) y estadísticos de prueba ANOSIM mostraron que hubo diferencias significativas en la composición de la comunidad de aves entre temporadas ($R_{\text{global}} = 0.065$, $p = 0.005$).

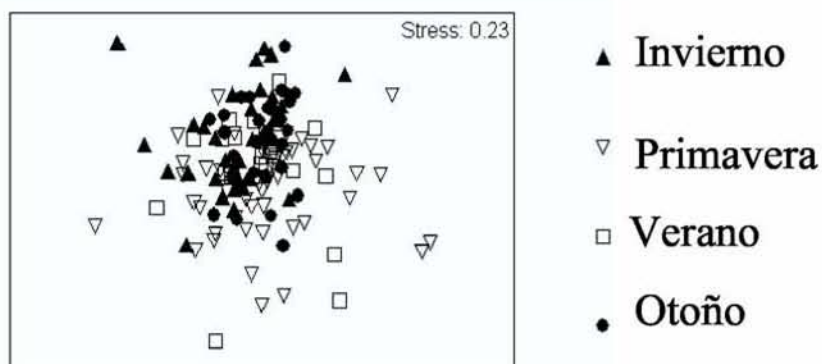


Figura 38. Similitud relativa de aves acuáticas del manglar entre las temporadas del año en el CLBM-A.

La composición de otoño fue diferente a la de primavera ($R = 0.11$, $p < 0.05$) y a la de verano ($R = 0.09$, $p < 0.05$). En adición, la composición de primavera, fue diferente a la de invierno ($R = 0.092$, $p < 0.05$).

Entre zonas, los segmentos de manglar de la costa insular y peninsular, no tuvieron diferencias de la composición específica ($R_{\text{global}} = 0.036$, $p = \text{n.s.}$; Figura 39).

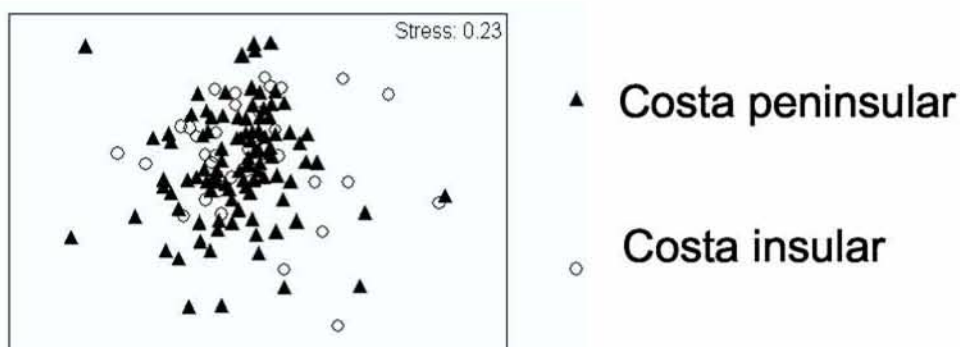
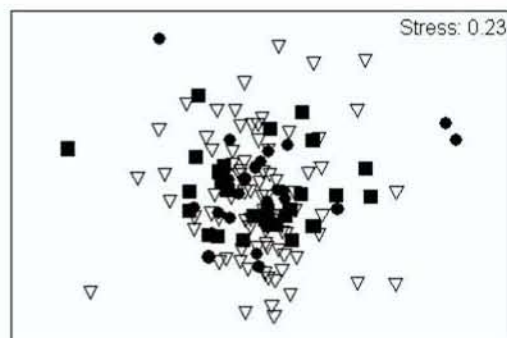


Figura 39. Similitud relativa de las aves acuáticas del manglar de las costas insular y peninsular del CLBM-A.

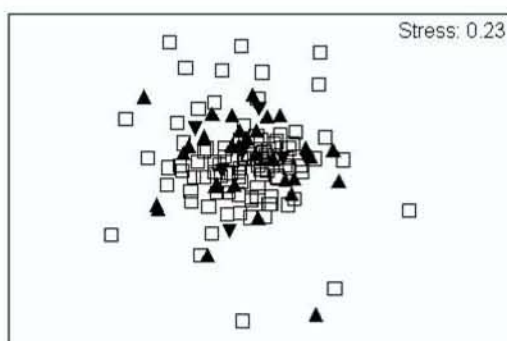
La composición del manglar entre lagunas fue similar ($p = n.s.$; Figura 40).



- ▽ Canal Santo Domingo
- Bahía Magdalena
- Bahía Almejas

Figura 40. Similitud relativa de las aves acuáticas del manglar de lagunas del CLBM-A.

El estado de conservación de los segmentos no tuvo efecto en la composición de los segmentos de manglar, ya que no se observaron agregaciones definidas ($R_{\text{global}}=0.024$, $p = n.s.$; Figura 41).



- ▲ Disturbio
- ▼ Disturbio costa-modificada
- Sin disturbio

Figura 41. Similitud relativa de las aves acuáticas del manglar de la costa con estado de conservación del CLBM-A.

En los segmentos de dunas se observó diferencia, temporal y espacial, de la comunidad de aves. La composición específica de verano a invierno mostró diferencia mayor con la de primavera, en esta última temporada los estadísticos de prueba ANOSIM comprobaron la diferencia ($R_{\text{global}}= 0.23$; $p= 0.004$; Figura 42).

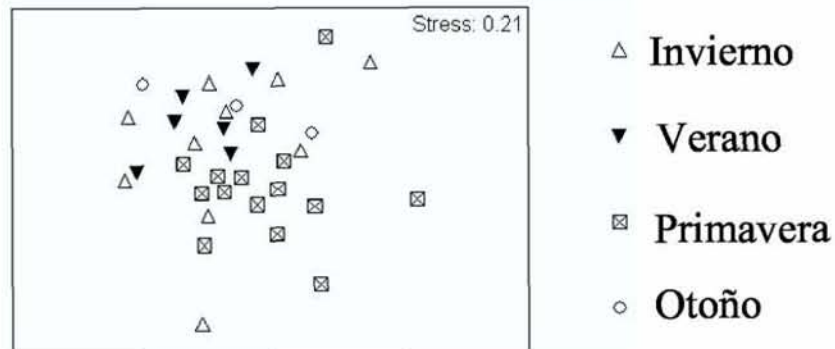


Figura 42. Similitud relativa de las aves acuáticas de las dunas en las temporadas en el CLBM-A.

Entre zonas, la composición de las dunas de costa insular tendió a diferenciarse de la de costa peninsular ($R_{\text{global}}= 0.081$, $p= 0.03$; Figura 43).

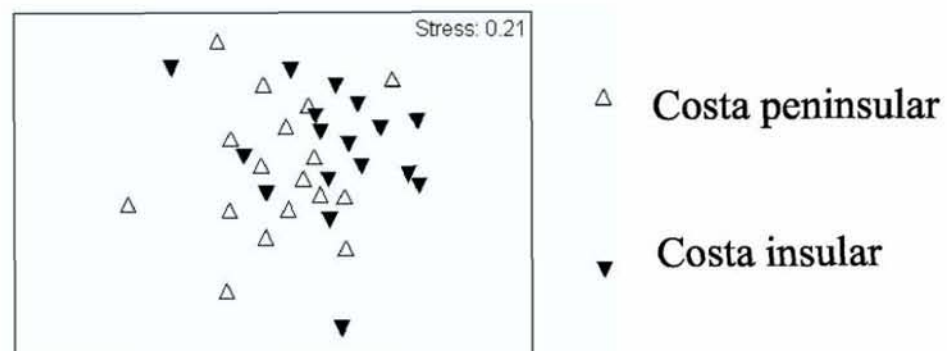


Figura 43. Similitud relativa de las aves acuáticas de las dunas de las costas insular y peninsular del CLBM-A.

Entre lagunas ($R_{\text{global}}=0.20$, $p=0.002$), la composición de dunas de Canal Santo Domingo se diferenció de las dunas de Bahía Magdalena ($R=0.25$, $p=0.002$).

Y en las otras de las lagunas no se observaron diferencias significativas en este habitat ($p= \text{n.s.}$; Figura 44).

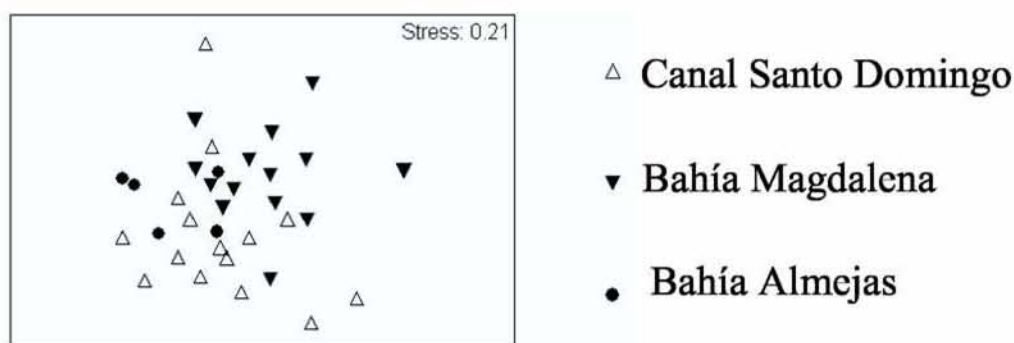


Figura 44. Similitud relativa de las aves acuáticas de las dunas de las lagunas del CLBM-A.

En los segmentos de dunas con diferente condición de disturbio no se observaron diferencias significativas en la composición de ($R=0.067$, $p= \text{n.s.}$).

En playa arenosa ($R_{\text{global}}=0.10$, $p=0.01$), la composición durante otoño se diferenció de la de verano ($R=0.21$, $p=0.003$; Figura 45)

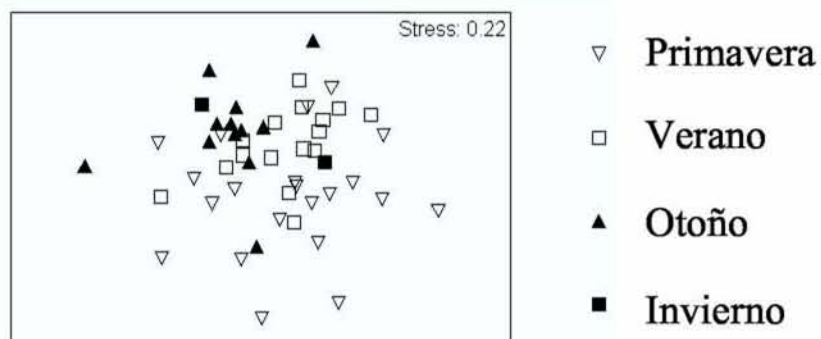


Figura 45. Similitud relativa de las aves acuáticas de playa arenosa en las temporadas en el CLBM-A.

La comunidad de aves de playa arenosa de costa peninsular se diferenció significativamente de la de costa insular ($R= 0.16$, $p= 0.001$; Figura 46)

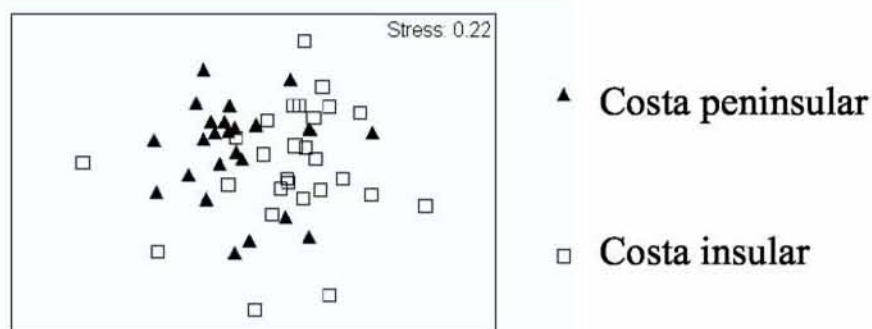


Figura 46. Similitud relativa de las aves acuáticas de playa arenosa de las costas insular y peninsular del CLBM-A.

En la playa arenosa entre lagunas no se observaron diferencias significativas en la composición ($R=0.074$, $p= n.s.$).

Así como en los segmentos de este habitat con diferente condición de disturbio ($R=0.11$, $p= n.s.$; Figura 47)

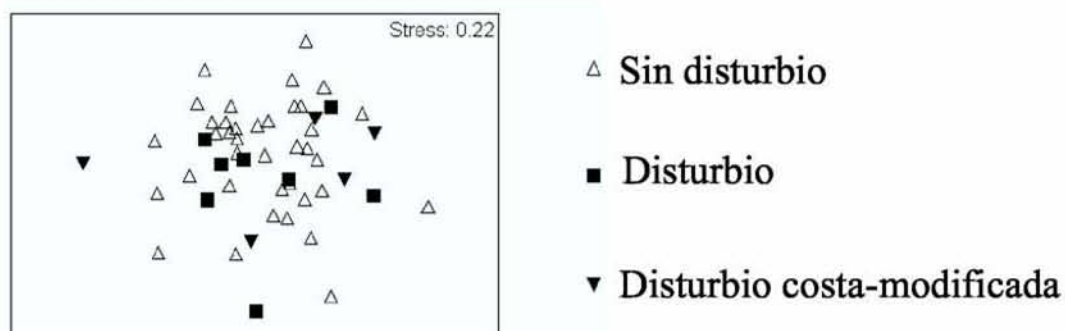


Figura 47. Similitud relativa de las aves acuáticas de playa arenosa de la costa con diferente estado de conservación del CLBM-A.

4.4. Áreas importantes para la conservación de las aves en el CLBM-A.

El criterio con mayor peso para priorizar los objetos de conservación, fue asignado a la presencia de las 23 especies anidantes en los segmentos del complejo lagunar (Tabla V). Incluyendo la presencia de estas aves en los sitios de anidación en el área de estudio.

Tabla IX. Orden de importancia de los criterios biológicos y sus pesos.

w	Orden	Criterios
1	1	Especies reproductivas, R
0.89	2	Especies en peligro, <i>P</i>
0.78	3	Especies amenazadas, <i>A</i>
0.67	4	Especies en protección especial, <i>Pr</i>
0.56	5	Especies en la lista Roja con riesgo bajo, <i>Lr</i>
0.44	6	Riqueza
0.33	7	Numero de especies con especificidad de habitat
0.22	8	Índice Abundancia
0.11	9	Especies o población. en declive, 1% población
0	10	Especies o población en declive

Se eligió a estas aves porque la reproducción es uno de los procesos biológicos que se realiza en la medida en que los requerimientos ecológicos de mayor relevancia para las aves son satisfechos por el ambiente y porque fue uno de los resultados más relevantes del inventario de aves del complejo lagunar (Anexo II).

El número de especies de aves acuáticas que anidan en el CLBM-A en total es de 23 (Tabla V). Durante este trabajo se localizaron los sitios de anidación de 17 de estas especies en las tres lagunas (Tabla V). La garceta verde *Butorides virescens* y al chipe amarillo de manglar se observaron con plumaje reproductivo en las tres lagunas y se consideraron como especies anidantes (Tabla V).

Los valores de los pesos (W , Ec. 1; Tabla 2) tuvieron un ámbito de 0-1.0. Al criterio con importancia mayor le correspondió mayor peso (Tabla IX).

La presencia-ausencia de las especies anidantes fue mayor en manglar y dunas (Tabla X). En estos habitats concurre similar número de especies anidantes, seguido de manglar-dunas y playa arenosa. En los primeros habitats se observó mayor número de especies anidantes y en peligro de extinción seguidos una vez mas por manglar-dunas. El número mayor de especies con protección especial y que se encuentran en la lista roja concurren en dunas, manglar, manglar-marismas, manglar-dunas y playa arenosa; en adición en costa rocosa también hubo la presencia mayor de estas especies (Tabla X).

Tabla X. Matriz de la valoración ecológica de los habitat o alternativas para la conservación de las aves acuáticas. Con base en diez criterios: la presencia de las especies anidantes, de especies en peligro, amenazadas, en protección, con especificidad de habitat, con categorías de conservación a escala continental, riqueza total y la sumatoria del índice de abundancia en cada segmento de los habitas o alternativas.

Criterios	Especies									Índice de abundancia
	Alternativas	Anidantes	En peligro	Amenazadas	Protección	En la lista roja	Especificidad de habitat	En declive		
							CLBM-A, 1% pobl.	En declive	Riqueza	
Acantilados	7	1	0	2	1	0	2	2	14	97
Dunas	22	3	2	5	2	1	7	18	60	856
Islotes-mangle	12	0	1	2	1	0	2	5	20	92
Manglar	22	3	2	5	2	6	7	19	71	3954
Manglar-marismas	14	1	0	5	2	1	4	8	32	124
Manglar-dunas	21	2	1	5	2	0	5	14	51	457
Ambiente pelágico	5	0	1	2	1	0	3	4	16	209
Planicie de Inundación	11	0	1	2	1	0	2	6	26	111
Playa arenosa	20	1	0	5	2	1	6	13	53	1101
Costa Rocosa	12	1	1	4	2	1	5	9	33	310
Vegetacion terrestre	7	1	0	2	1	0	4	4	14	55
Sustrato antrópico	14	1	0	3	1	0	4	6	27	108
Totales	23	3	3	7	2	10	7	19	80	7474

Los habitats que tuvieron mayor presencia de especies que se encuentran en declive a nivel regional o continental y que además el complejo lagunar concentra temporalmente el 1% de su población fueron dunas, manglar, playa arenosa, manglar-dunas y costa rocosa (Tabla IX); y considerando las 19 especies principales que tienen categoría de conservación

a nivel continental o regional los primeros cuatro habitats tuvieron mayor presencia de estas especies, y riqueza e índice de abundancia mayor (Tabla IX).

La escala de los valor originales de los criterios se transformó a escala de intervalo (Tabla XI) mediante funciones de valor(Pereira y Duckstein 1993).

Tabla XI. Matriz con los valores originales de las alternativas/criterio transformados a escala de intervalo mediante funciones de valor, tomando en cuenta los valores mínimo y máximo de cada criterio.

Criterios	Especies										
	Alternativas	Anidantes	En peligro	Amenazadas	Protección	En la lista roja	Especificidad de habitat	En declive CLBM-A 1% pop	En declive	S	Índice de Abundancia
Acantilados	0.12	0.33	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01
Dunas	1	1	1	1	1	0.17	1	0.94	0.81	0.21	0.21
Islotes-mangle	0.41	0	0.50	0	0	0	0	0.18	0.11	0.01	0.01
Manglar	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Manglar-marismas	0.53	0.33	0	1	1	0.17	0.40	0.35	0.32	0.02	0.02
Manglar-dunas	0.94	0.67	0.50	1	1	0	0.60	0.71	0.65	0.10	0.10
Ambiente pelágico	0	0	0.50	0	0	0	0.20	0.12	0.04	0.04	0.04
Planicie de Inundación	0.35	0	0.50	0	0	0	0	0.24	0.21	0.01	0.01
Playa arenosa	0.88	0.33	0	1	1	0.17	0.80	0.65	0.68	0.27	0.27
Costa Rocosa	0.41	0.33	0.50	0.67	1	0.17	0.60	0.41	0.33	0.07	0.07
Vegetacion terrestre	0.12	0.33	0	0	0	0	0.40	0.12	0	0	0
Sustrato antrópico	0.53	0.33	0	0.33	0	0	0.40	0.24	0.23	0.01	0.01
Min	5	0	0	2	1	0	2	2	14	55	55
Max	22	3	2	5	2	6	7	19	71	3954	3954

La función de valor cuantificó la distancia entre el valor de cada criterio con el punto ideal o máximo por medio de la ecuación de la recta de la distancia entre dos puntos.

Tabla XII. Matriz con los valores de aptitud de cada alternativa con base en los diez criterios.

Criterios	Especies										Riqueza S	Índice de Abundancia	Aptitud
	Alternativas	Anidantes	En peligro	Amenazadas	Protección	En la lista roja	Especificidad de habitat	En declive CLBM-A 1% pop	En declive	S			
Acantilados	0.12	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.42
Dunas	1.00	0.89	0.78	0.67	0.56	0.06	0.11	0	0.36	0.05	0.05	0.00	4.46
Islotes Manglar	0.41	0.00	0.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.05	0.00	0.00	0.00	0.85
Manglar	1.00	0.89	0.78	0.67	0.56	0.33	0.11	0	0.44	0.22	0.44	0.22	5.00
Mangle-marismas	0.53	0.30	0.00	0.67	0.56	0.06	0.04	0	0.14	0.00	0.14	0.00	2.29
Mangle-dunas	0.94	0.59	0.39	0.67	0.56	0.00	0.07	0	0.29	0.02	0.29	0.02	3.52
Pelágico	0.00	0.00	0.39	0.00	0.00	0.00	0.02	0	0.02	0.01	0.02	0.01	0.44
Planicie de inundación	0.35	0.00	0.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.09	0.00	0.09	0.00	0.84
Playa arenosa	0.88	0.30	0.00	0.67	0.56	0.06	0.09	0	0.30	0.06	0.30	0.06	2.91
Costa rocosa	0.41	0.30	0.39	0.44	0.56	0.06	0.07	0	0.15	0.01	0.15	0.01	2.38
Vegetación terrestre	0.12	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0	0	0.00	0	0.00	0.46
Sustrato antrópico	0.53	0.30	0.00	0.22	0.00	0.00	0.04	0	0.10	0.00	0.10	0.00	1.20

Los valores mínimo y máximo definieron la escala en el eje X de estas funciones. Posteriormente, las alternativas o habitats con el valor de aptitud (S , *Ec.* 1; Tabla XII; Figura 48) mayor fueron el manglar, las dunas y el manglar-dunas.

Pero, de las tres alternativas la del puntaje mayor fue el manglar (Figura 48) y fue en la que se continuó el proceso para la selección de sitios con importancia ecológica para las aves acuáticas del CLBM-A.

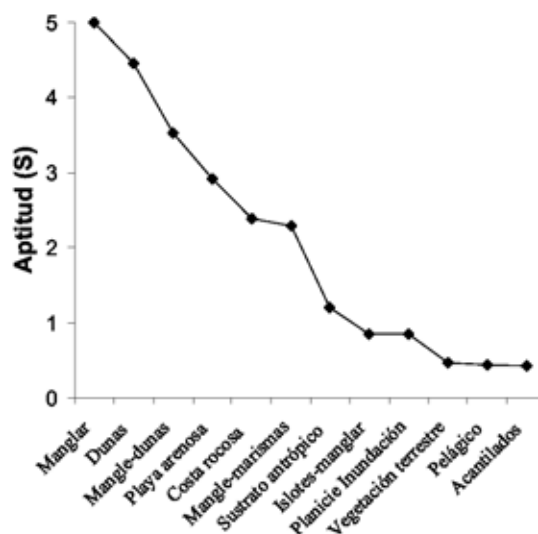


Figura 48. Valor de aptitud de los habitats del CLBM-A.

4.4.1 Sitios prioritarios dentro del manglar para la conservación de las aves acuáticas.

Los criterios biológicos-ecológicos con los valores de los pesos W considerados en el proceso de priorización de sitios para conservación dentro del manglar, fueron similares a los que se consideraron en la selección del habitat (Tabla IX).

El orden de importancia de las alternativas, en este caso de los segmentos de manglar, se cuantificó por el valor relativo de cada segmento con respecto a los valores mínimos y máximos de los criterios.

Los segmentos fueron valorados por su aptitud (0.01-3.56) o valor ecológico.

La mayoría de los segmentos con la aptitud mas alta (22; $S > 2.0$) fueron del manglar de Canal Santo Domingo (77%; Tabla XIII). Cuatro segmentos con valores dentro de este intervalo se localizaron en Bahía Magdalena (Tabla XIII) y solo uno en Bahía Almejas.

Sobre estos sitios principalmente se tendrían que implementar acciones de conservación por su valor ecológico alto para las aves acuáticas del CLBM-A.

Tabla XIII. Matriz con los valores de aptitud de los segmentos de manglar por lagunas. Los segmentos del primer bloque son del manglar de Canal Santo Domingo, los del segundo bloque son del manglar de Bahía Magdalena y los del tercer bloque son de Bahía Almejas.

Criterios	Especies										
	Anidantes	En peligro	Amenazadas	Protección	En la lista roja	Especificidad de habitat	En declive CLBM-A	En declive 1% pobl	En declive	Riqueza S	Índice de Abundancia
30a	0.83	0.44	0.39	0.67	0.56	0.00	0.11	0.07	0.33	0.16	3.56
40c	0.72	0.44	0.78	0.44	0.00	0.33	0.06	0.09	0.38	0.13	3.37
28a	1.00	0.89	0.00	0.44	0.28	0.00	0.08	0.04	0.37	0.15	3.25
43b	0.61	0.44	0.78	0.44	0.28	0.00	0.08	0.08	0.31	0.14	3.17
19f	0.78	0.89	0.39	0.44	0.00	0.00	0.08	0.03	0.29	0.09	2.99
31a	0.78	0.44	0.00	0.44	0.28	0.33	0.08	0.07	0.35	0.16	2.94
48e	0.89	0.00	0.39	0.22	0.56	0.00	0.08	0.08	0.44	0.20	2.86
42d	0.61	0.00	0.39	0.22	0.56	0.00	0.11	0.11	0.42	0.22	2.64
44a	0.72	0.00	0.00	0.22	0.56	0.33	0.08	0.08	0.41	0.21	2.61
14b	0.78	0.44	0.39	0.44	0.00	0.00	0.08	0.04	0.26	0.10	2.54
1b	0.72	0.00	0.00	0.44	0.28	0.33	0.08	0.09	0.37	0.16	2.48
51a	0.78	0.00	0.39	0.22	0.28	0.00	0.06	0.06	0.39	0.17	2.34
20a	0.72	0.44	0.00	0.22	0.28	0.00	0.06	0.06	0.29	0.10	2.17
48a	0.67	0.00	0.39	0.22	0.28	0.00	0.06	0.08	0.31	0.13	2.13
33a	0.67	0.00	0.00	0.44	0.28	0.00	0.11	0.08	0.37	0.16	2.10
3b	0.67	0.00	0.39	0.22	0.00	0.33	0.03	0.06	0.26	0.11	2.06
39a	0.61	0.00	0.39	0.44	0.00	0.00	0.08	0.07	0.33	0.11	2.03
26d	0.61	0.89	0.39	0.44	0.28	0.00	0.11	0.04	0.25	0.08	3.10
23c	0.72	0.44	0.39	0.44	0.00	0.00	0.06	0.04	0.27	0.08	2.46
8c	0.61	0.44	0.39	0.44	0.00	0.00	0.06	0.03	0.21	0.07	2.26
38b	0.67	0.00	0.00	0.22	0.56	0.00	0.06	0.07	0.33	0.14	2.03
11d	0.44	0.44	0.39	0.44	0.00	0.33	0.06	0.02	0.18	0.06	2.38
Min.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Máx.	18	2	2	3	2	1	4	10	34	93	

Los segmentos que tuvieron valor de aptitud intermedia ($S = 1.0$ a 2.0) fueron 54, 63% de estos se localizan en Canal Santo Domingo, y 19% en Bahía Magdalena y Bahía Almejas respectivamente.

DISCUSIÓN

El complejo lagunar Bahía Magdalena–Almejas ha sido designado por varias organizaciones nacionales (CONABIO 1998) e internacionales (Comisión para la Cooperación Ambiental 1999, Lance *et al.* 2005) como un humedal prioritario para la conservación de recursos naturales, incluyendo las aves acuáticas.

Sin embargo, para el caso de su avifauna, no existía, hasta antes de este trabajo la base de información que apoyara estas designaciones o la identificación de alguna figura legal de conservación para las mismas, así como para los ambientes en que medran y anidan.

En cuanto a la designación de unidades de paisaje con base en los recursos naturales del CLBM-A solo se han indicado unas zonas en el Programa Estatal de Ordenamiento Territorial del Estado de Baja California Sur (Anónimo 2003):

- Zona de humedales, que comprende los islotes de manglar del canal Santo Domingo y alrededores de Puerto San Carlos, planicies de inundación en Isla Margarita y diferentes sitios con manglar de Bahía Almejas.
- Áreas de exclusión, que corresponden a las barras arenosas de Las Ánimas, Santo Domingo y la zona central-sureña de Bahía Magdalena, así como la barra arenosa La Creciente.
- Zona árida, que comprende el resto de la franja costera del complejo lagunar, excepto la parte norte de Bahía Magdalena.
- Zona de suelos halo-gipsófilos, en la parte norte de Isla Margarita.

Pero estas unidades están determinadas a una escala 1:250,000.

En este trabajo se incluye un inventario de especies, lo más completo posible, realizado durante el año de trabajo de campo, mediante censos de individuos de las especies de aves acuáticas, los habitats donde se observaron, lo que permitió identificar las áreas importantes para la conservación de las aves de este complejo lagunar.

Los resultados demuestran que esta laguna costera es efectivamente prioritaria para la conservación de las aves acuáticas.

El CLBM-A y su cuenca de captación es uno de los polos de desarrollo poblacional, agrícola, pecuario, acuícola, industrial, pesquero y portuario estratégicos más importante del estado de Baja California Sur desde los albores del siglo XX. Antes de que continúe un crecimiento poblacional y el desarrollo de las actividades económicas extensivas, en ausencia de instrumentos normativos, es importante documentar cualitativa y cuantitativamente aquellas áreas naturales con aptitud o valor ecológico alto para las aves acuáticas, así como de los procesos ecológicos que permitan la sustentabilidad de los mismos.

El análisis multicriterio identificó que de los 12 habitats considerados en el presente estudio el manglar y las dunas tuvieron el valor ecológico más alto y por lo tanto son las mejores alternativas para conservar las aves acuáticas de esta laguna costera. Tanto el habitat de manglar como el de las dunas cumplen la función ecológica de proporcionar recursos ambientales para la anidación y descanso para 22 de las 23 especies anidantes registradas en el complejo lagunar. Ambos ambientes albergan también un número de especies con alguna categoría de conservación incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001 (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales 2002) mayor que en otros habitats.

La riqueza de especies en el manglar (71 especies) fue mayor que en dunas (60), pero ambos habitats tuvieron una riqueza mayor que los demás habitats.

El índice de abundancia de aves en el manglar fue el mas alto de todos los habitats, y aunque el habitat de dunas ocupó el tercer lugar después de playa arenosa también se separó de los demás habitats por su índice de abundancia con base en las categorías de agregación-comportamiento de las especies.

Otro criterio relevante que se cuantificó para establecer que los habitats de mangle y dunas fueran los habitats prioritarios fue la presencia de especies o poblaciones que están en declive o son fluctuantes y que el CLBM-A concentra temporalmente una población importante (>1%) de su población biogeográfica. De las 80 especies que se observaron en el CLBM-A, 47 taxa categoría de conservación a escala regional o continental (Kushlan *et al.* 2002, Wetlands International 2002, Delany y Scott 2006, Wetlands International 2006) y están consideradas en los planes de conservación para los diferentes grupos de aves (Brown *et al.* 2001, Milko *et al.* 2003, Anónimo 2004). Estas aves tienen categorías de prioridad que van de moderada a alta. La prioridad es un indicador que señala a las especies que requieren acciones de conservación (Kushlan *et al.* 2002). De las 47 especies, la lista roja (IUCN 2006), incluye al Sarapito picolargo *Numenius americanus*, la gaviota ploma y el charrán elegante, estos taxa en un futuro cercano podrían estar dentro de las especies amenazadas (near threatened, NT) en la lista roja y nueve especies más se encuentran nombradas en las listas roja y amarilla de la Sociedad Audubon (<<http://audubon.org/>>).

Con base en estas especies se identificaron a:

1) 19 taxa (17 en declive y dos fluctuantes) (Kushlan *et al.* 2002, Wetlands International 2002, Wetlands International 2006) que se encuentran en declive y que el

número de individuos en el CLBM-A fue temporalmente cercano o mayor al 1% de su población estimada a nivel regional o a escala continental. El número total de aves (criterio 5, $\geq 20,000$ individuos) y el número de individuos de los 19 taxa o poblaciones biogeográficas que se concentran temporalmente en el CLBM-A y que se encuentran en declive o son fluctuantes, son criterios fundamentales para que este humedal sea considerado como un humedal de importancia internacional RAMSAR (Zárate-Ovando *et al.* 2006).

2) De los 19 taxa, siete taxa estuvieron numéricamente mejor representadas en el CLBM-A (Anexo II), por lo que la presencia de estas siete especies en particular se consideró como criterio de mayor importancia en el análisis multicriterio que las 19 especies antes mencionadas. Estas últimas especies se distinguieron como elementos importantes para la evaluación de sitios prioritarios, además de las especies anidantes, o las que tienen alguna categoría de conservación por la Norma Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001 (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales 2002).

Mediante la valoración ecológica se identificaron al menos otros tres habitats que son importantes para la comunidad de aves en el área de estudio. Como era de esperarse, manglar-dunas que es una combinación de los habitats más importantes tuvo un valor de aptitud alto.

La playa arenosa y la costa rocosa tuvieron valores intermedios de aptitud y por ello también son importantes para la conservación de las aves.

El mayor número de áreas de manglar con el valor ecológico más alto se localizaron en Canal Santo Domingo. Solo el 23% y 5% de los sitios prioritarios del manglar se ubicaron en Bahía Magdalena y Almejas, respectivamente.

Esto indica que los manglares más importantes para las aves acuáticas son los de la parte norte del complejo lagunar y es donde se deben planear e implementar acciones de conservación. En esta área la practica de las actividades de acuicultura extensiva y de turismo relacionado con la observación de la ballena gris es más intensa.

Uno de los pasos más importantes del análisis multicriterio es la valoración de los pesos de los criterios o alternativas. Para contrastar los resultados del análisis multicriterio de este trabajo, los pesos de los criterios fueron recalculados con base al método jerárquico AHP (Analytical Hierarchy Process). La importancia de los criterios se valoró con base a una escala de importancia 1-9 (Saaty 1977), esta escala señala que dos criterios con importancia similar tienen valor de 1 y el criterio con importancia extra-fuerte o mas alta sobre otro, adquiere el valor de 9 (en este caso las especies reproductivas). A partir de estos valores de importancia se construyó una matriz de impacto que es una matriz identidad, la cual contiene los valores de importancia de los criterios y los elementos de la diagonal principal son iguales a 1. En este matriz se consideró la densidad de aves como un criterio que sustituyó al índice de abundancia (que valoró el número de individuos/sitio de cada especie según su comportamiento). Los resultados de este análisis resultaron similares a los obtenidos en este trabajo, es decir, el manglar resultó el habitat con importancia ecológica mayor que los otros habitats, seguido de las dunas, mangle-dunas y playa arenosa, pero las dunas fueron valoradas más cercanamente al manglar (Anexo I).

A pesar de la importancia ecológica y económica del CLBM-A y de que la legislación ambiental mexicana (Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente –LEEGEPA-; NOM-059-SEMARNAT-2001; NOM-022-SEMARNAT-2003; Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, 2003) protege a los manglares, se carece de un ordenamiento ecológico territorial, de programas de manejo, o de alguna otra figura de planeación ambiental que promueva el uso sustentable de las áreas y recursos naturales de este humedal.

Los distintos tipos de la tenencia de la tierra del CLBM-A incluyen la:

- 1) zona federal marítima (cuerpo de agua y humedales permanentes);
- 2) zona federal marítimo-terrestre (ZOFEMAT, línea de costa que abarca una franja de 20 m a partir del nivel de la marea más alta registrada -tanto de islas como de la península-), y
- 3) el área adyacente que son terrenos ejidales (siete ejidos, Pronatura, 2006).

La conservación de las aves acuáticas conlleva dos aspectos de importancia relevante: 1) las aves acuáticas tienen un valor intrínseco por ser parte de la biodiversidad. 2) Este grupo de aves son centinelas, es decir, indicadoras de calidad ambiental (Wetlands International 2002) de los humedales, de éxito de restauración (Croonquist y Brooks 1991, Weller 1995) y del cambio global (Wetlands International 2006). Muchas de estas aves son migratorias y su conservación debe ser responsabilidad compartida de los países a lo largo de sus rutas migratorias (Wetlands International 2006). La tendencia de sus poblaciones en los ámbitos de su distribución indica la forma en como estamos haciendo uso de los recursos (Norris y Pain 2002). Lo anterior, está directamente relacionado con el bienestar humano el cual está sujeto al uso sustentable que hagamos de los recursos naturales ya que

somos totalmente dependientes de los bienes y servicios (regulación del cambio climático, ciclo de nutrientes, tratamiento biológico de los desechos, regulación y abastecimiento de agua, formación y retención del suelo, polinización, control de plagas, producción de alimentos y materiales puros, acervo genético, recreación y cultura) que los ecosistemas nos proveen (Norris y Pain 2002).

Con base en lo anterior, los atributos comunitarios relativos a las unidades de paisaje obtenidos en este trabajo son una línea base de indicadores de calidad ambiental del CLBM-A a distintas escalas espaciales. A futuro, la identificación de sitios de cambio y las fuentes que causen dichos cambios será útil para corregir prácticas de actividades humanas que ocasionen deterioro ambiental en este humedal o para medir la magnitud de los efectos de procesos naturales en la comunidad de aves y su periodicidad.

Además, los resultados de este trabajo en cuanto a: 1) la riqueza de aves acuáticas/unidades de paisaje, la riqueza de especies reproductivas,) el número de sitios de anidación, el tamaño de las colonias reproductivas de pelecanidos y algunas especies de láridos, así como el número de nidos/sitios de las aves acuáticas que anidan en forma solitaria; el número de especies con categorías de amenaza o conservación (residentes y migratorias) que se concentran en el CLBM-A; la localización de sitios dentro de los habitats donde los diferentes grupos de aves se concentran; la identificación de los sitios prioritarios; 2) el buen estado de conservación de la mayor parte de los habitats del CLBM-A; 3) y los distintos tipos de uso de la tierra de este humedal, indican que la conservación de las aves acuáticas del CLBM-A requiere de una combinación de herramientas legales para preservar los habitats de los cuales dependen.

Un área puede proponerse como ANP si: sus ambientes originales no han sido alterados significativamente por las actividades humanas, situación que actualmente posee la mayor parte de los habitats del CLBM-A que por lo tanto requieren ser preservados, o restaurados en algunos sitios para preservar la gran extensión de estos ambientes naturales; salvaguardar la diversidad genética; preservar la biodiversidad y los procesos que han permitido su continuidad; y generar y divulgar practicas tecnológicas, tradicionales o nuevas que permitan el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales del CLBM-A (Art. 45, LEGEEPA).

El área de protección de flora y fauna (LEGEEPA, Art. 46 y 54 (Anónimo 2006), ANP de competencia federal, es la mas adecuada entre las diferentes figuras de ANP (Anexo I) porque del equilibrio y preservación de los habitats del CLBM-A depende la existencia y continuidad de las aves reproductivas que descansan y anidan en manglar, dunas o playa arenosa; así como de las aves acuáticas que concurren en este humedal para refugiarse y alimentarse en diferentes temporadas para lograr sus objetivos de migración. La preservación de los habitats del CLBM-A es crítica ya que de ellos depende la supervivencia de las aves acuáticas.

Este tipo de ANP permite las actividades relacionadas con la preservación, refugio, investigación, así como las relativas a la educación y difusión; y el aprovechamiento de los recursos naturales por las comunidades que habiten en el CLBM-A. De declarar la zona federal marítimo-terrestre de las islas y costa peninsular de este humedal como ANP de protección de la flora y fauna, esta zona quedaría sujeta a las disposiciones de la Ley, de las Leyes Federal de Caza, de Pesca y de las demás leyes aplicables.

Posteriormente de la declaratoria de la ZOFEMAT del CLBM-A como ANP de protección de flora y fauna, se deben implementar otras herramientas públicas de planeación ambiental tales como los programas de manejo de Áreas Naturales Protegidas y el Ordenamiento Ecológico Territorial entre otras.

El programa de manejo de este tipo ANP tendría que considerar varios tipos de zonas para la conservación de las aves acuáticas con base en los resultados del presente trabajo:

- 1) Zonas de uso: limitado, bajo control y de uso tradicional compatible con la conservación. Estas zonas se localizarían en los sitios de alta concentración de aves acuáticas residentes y migratorias.
- 2) Zonas de protección (refugios o santuarios), en los sitios con alta riqueza de aves anidantes o en los sitios con mayor importancia numérica relativa de estas aves.

Además, en los sitios prioritarios de la franja costera peninsular que colindan con la zona adyacente que son tierras comunales o privadas (Pronatura 2006) se propone implementar un programa de servidumbres ecológicas. Las servidumbres ecológicas son una herramienta de conservación para estas áreas porque consideran la tenencia de la tierra para la protección del hábitat a perpetuidad (Gutiérrez-Lacayo *et al.* 2003). En un estudio reciente sobre la identificación de áreas prioritarias para la conservación de las aves acuáticas con base en la localización de grandes extensiones de manglar sin fragmentar, la localización de los ejidos y la distribución de aves migratorias prioritarias de este humedal, se identificaron mayor número de sitios prioritarios en la zona adyacente del Canal Santo

Domingo y en otros sitios de las dos lagunas restantes. Estos sitios son las áreas para implementar este tipo de mecanismos de conservación del hábitat (Pronatura 2006).

Uno de los procesos ecológicos más críticos para el mantenimiento de las poblaciones de aves es la reproducción (Gill 1995). De las 80 especies de aves acuáticas del CLBM-A, 23 anidan en el área de estudio (Zárate-Ovando *et al.* 2006). De éstas, siete taxa tienen alguna categoría de conservación, son por lo tanto prioritarias (Anexo II). El manglar constituye el hábitat de anidación para cuatro de ellas (el rascón picudo, la garza morena, la garza rojiza y el águila calva), mientras que la playa arenosa y dunas albergan las colonias de la golondrina marina *Sterna antillarum*. La cuarta especie, el halcón peregrino usa hábitats artificiales como torres metálicas en un puerto abandonado (Castellanos *et al.* 2005). Generalmente los sitios de anidación reúnen condiciones muy especiales que deben de conservarse para mantener el proceso ecológico de la reproducción. Estas condiciones incluyen que el sitio este cerca de la fuente de alimentación, que este libre de disturbio y de depredadores, y con un sustrato de anidación adecuado (Gill 1995).

La anidación de estas aves en el CLBM-A implica el establecimiento de acciones de conservación específicas para cada especie/sitio, y se deben incluir en cualquier plan de conservación para las aves acuáticas. Además se debe diseñar e implementar un programa de monitoreo de las colonias o sitios de anidación para determinar los problemas de conservación y sus tendencias poblacionales en el sitio.

En comparación con otros cuatro humedales importantes de Baja California Sur (Carmona *et al.* 1994, Guzmán *et al.* 1994, Massey y Palacios 1994, Castellanos *et al.* 2001), el CLBM-A posee un número de especies de aves acuáticas anidantes mayor (Conant *et al.* 1984, Amador 1985, Moreno y Carmona 1988a, Everett 1989, Henny *et al.*

1993, Amador y Guzmán-Poo 1994, Palacios *et al.* 1994, Carmona *et al.* 1995, Hinojosa-Huerta *et al.* 2004, Castellanos *et al.* 2005, Zárate-Ovando *et al.* 2006), inclusive mayor que los humedales de la Reserva de la Biosfera del Vizcaíno (Castellanos *et al.* 2001).

Hasta el momento, los sitios de anidación de 23 especies se han localizado en el CLBM-A, pero se presume que la garceta verde y el chipe amarillo anidan en el manglar de este humedal porque fueron observados con plumaje reproductivo, sin embargo hasta no se encontraron sus sitios de anidación. La ubicación de los sitios de estas especies requeriría otra metodología pues la garceta es críptica y el chipe requiere de censos terrestres en el bosque de manglar.

La colonia reproductiva de tijeretas localizada en el manglar Las Tijeras de isla Margarita concentra la mayor población reproductiva de esta especie, por lo que la tijereta fue la especie dominante de este manglar y de Bahía Almejas (Zárate-Ovando *et al.* 2006). Durante esta investigación se registró otra colonia pequeña de esta especie en Canal Santo Domingo, laguna donde se observó el mayor número de individuos (en vuelo < 30 m de altura) fuera de la colonia del manglar Las Tijeras.

La importancia del manglar Las Tijeras es evidente, ya que con 7.89 km de perímetro de manglar en planicie de inundación, mantiene la anidación de la mayor parte de la población de tijeretas de Baja California Sur (Carmona, 1995) y colonias de cormoranes y garzas (Amador 1985) que pudieran ser numéricamente importantes en la península. Además, en este trabajo se comprobó que comparado con la riqueza relativa de otros segmentos de manglar del complejo lagunar, el manglar Las Tijeras es un sitio con riqueza específica muy alta y según Amador (1985) hay riqueza alta de anátidos aunque pocos

individuos durante el periodo invernal, ya que la mayoría de anátidos invernan en Canal Santo Domingo (Zárate-Ovando *et al.*, 2006).

El cormorán orejudo, también tiene la población reproductiva mayor en el complejo lagunar. La colonia reproductiva que anualmente se localiza en la costa occidental de isla Margarita o isla Magdalena es la más grande de la península, con más de 1000 nidos activos (E. Palacios, datos no publicados). Pero también colonias de esta especie se han registrado en la costa oriental de esta isla (Amador, 1985). En el manglar las Tijeras se han observado colonias pequeñas de esta especie en diferentes sitios del manglar (E. Palacios, datos no publicados). Además durante este trabajo se registraron otras colonias reproductivas de esta especie en islotes de manglar del Canal Santo Domingo. Estas colonias de Canal Santo Domingo son registros nuevos de anidación para la península.

La anidación del cormorán de Brandt se ha registrado en la parte sur occidental de la isla Margarita (Amador 1985).

Hubo un nuevo registro de anidación del cormorán oliváceo en el CLBM-A, una colonia pequeña se localizó en Canal Santo Domingo. El cormorán oliváceo tiene distribución subtropical y se le considera residente de Baja California Sur (Erickson y Howell 2001), existen pocos registros de anidación de esta especie en la península de Baja California (Telfair y Morrison, 2005), por lo que este registro es excepcional y representa de los más norteños de la costa Pacífico.

En el año de estudio se hicieron exploraciones en la costa occidental de la isla Margarita donde se localizaron los sitios de anidación del pelicano café y el cormorán orejudo en esta isla. En otros años se observó que la gaviota occidental anida en la parte sur

de la costa occidental de esta isla y además existen registros históricos de anidación de esta gaviota en la parte noroccidental de esta isla (Amador 1985).

Individuos de águila calva fueron observados en diferentes sitios y en otros años se han registrado los nidos de esta especie en diferentes lugares de las tres lagunas (Conant *et al.*, 1984; Henny *et al.*, 1993; Amador y Guzmán-Poo, 1994).

Se observó un nido activo de halcón peregrino en una torre del puerto industrial antes ROFOMEX de Santa Elenita, del que recientemente se ha registrado su productividad (Castellanos *et al.*, 2005).

El águila pescadora, anida sobre postes de luz a lo largo de la zona costera de Puerto San Carlos de Bahía Magdalena a Puerto López Mateos de Canal Santo Domingo, en esta zona se han registrado en promedio 120 nidos activos. Esta especie es de anidación solitaria. La distancia entre los nidos del águila pescadora es variable a lo largo de la costa de los humedales. La distancia entre nidos es menor (pocos metros) en otros sitios como los islotes Pelícanos y Garzas de Laguna San Ignacio. En estos islotes el águila pescadora anida sobre la vegetación de la isla. En el CLBM-A la distancia entre nidos es mayor que en aquellos islotes pero los nidos se observan con frecuencia sobre bases que han colocado en los postes de luz. Es de considerar que a futuro también es necesario cuantificar la condición de estos sitios con base en el éxito de anidación.

En el caso de los sitios de anidación de las aves zancudas en su mayoría se localizaron en Canal Santo Domingo donde estas aves se congregan en colonias mixtas sobre árboles de manglar de la costa insular o en los islotes de manglar; pero en Bahía Magdalena anidan en sitios con manglar de la costa peninsular. Los registros de anidación de las especies registradas ya se habían hecho pero solo en el manglar Las Tijeras (Amador

1985) y otros sitios de la Isla Margarita, pero no se conocían los sitios de anidación de este grupo de aves en el Canal Santo Domingo. En estas colonias se observó la presencia de huevos y pollos en los nidos y actividad reproductiva en los adultos.

En cuanto a las aves playeras anidantes como los chorlos pico grueso *Charadrius wilsonia* y nevado *Ch. alexandrinus* y el Ostrero Americano *Haematopus palliatus* las barras arenosas de Canal Santo Domingo, Isla Magdalena, la playa arenosa de Isla Margarita y las barras de arena de Bahía Almejas (Isla Creciente y Barra Flor de Malva), constituyen los sitios de anidación principales de estas aves. Estas aves no forman colonias sino que sus nidos se encuentran esparcidos a lo largo de las barras y playas, sobre todo en la costa occidental de estas islas. Estas especies concurren en los mismos sitios durante sus periodos de reproducción.

La actividad pesquera en el CLBM-A es más intensa que en los demás humedales de Baja California Sur y los programas de manejo que existen para algunos recursos pesqueros no contemplan la protección de las colonias o sitios de anidación en el humedal. Así, las aves anidantes están expuestas y son sensibles al disturbio humano. Por ejemplo, la colonia de tijeretas del manglar de Las Tijeras en el extremo sur de Isla Santa Margarita, aparte de albergar la colonia más grande de tijeretas *Fregata magnificens* (Carmona *et al.*, 1995) y de otras 13 especies de aves acuáticas (Amador, 1985). El manglar Las Tijeras no tiene instrumentos normativos que mitiguen el disturbio humano. En este sitio existe un campamento permanente de pescadores que de 1985 a la fecha ha crecido en el número de casas y de gente, ha ocasionado un disturbio humano crónico en las colonias aparte de la introducción de mamíferos depredadores (gatos y ratas) (Anderson *et al.* 1989), y la deforestación del manglar para leña y material de construcción de viviendas. Este es un

ejemplo de la necesidad de manejar los sitios individuales para preservar el proceso de la reproducción de las aves acuáticas.

Las 23 especies de aves anidantes difieren en su sensibilidad al disturbio humano. En los cormoranes la cercanía de una persona caminando a 50 m de distancia de la colonia puede causar una desbandada de los adultos anidantes (obs. pers.) que ocasiona que las gaviotas depreden los huevos o pollos en los nidos. Los cormoranes al igual que otras aves buceadoras también pueden quedar atrapadas en trampas o en redes agalleras. En otros lugares esto aumenta la mortalidad de las aves (Hatch y Weseloh, 1999). En el complejo lagunar se requiere evaluar los efectos de las artes de pesca en cormoranes y en otras aves buceadoras, especialmente en el interior de tres lagunas particularmente en Bahía Magdalena fue donde se observó el número mayor de aves buceadoras alimentándose.

Los láridos, especialmente las gaviotas también son muy sensibles al disturbio humano porque son omnívoras oportunistas. Estas aves se concentran en sitios donde filetean pescado o donde se vierte la fauna de acompañamiento de los barcos pesqueros. Pero en su periodo de anidación el disturbio humano afecta negativamente al éxito reproductivo ya que los pollos son atacados por las gaviotas vecinas cuando hay disturbio en la colonia.

El tránsito de vehículos en las zonas de anidación es el principal problema de conservación para las seis especies de láridos que anidan en el suelo en las barras arenosas del CLBM-A (Tabla V). Esta amenaza también requiere ser atendida en cualquier estrategia de conservación que se planea para este humedal.

Las especies del gremio de los pelecanidos que tuvieron abundancia y densidad acumulada mayor según la estación del año, laguna, zona, habitat y condición de la costa,

fueron el cormorán orejudo, esta especie tuvo la densidad acumulada mayor desde primavera hasta verano en las Bahías Magdalena y Almejas, en las costas insular y peninsular, en manglar-dunas y playa arenosa, y en las costas sin disturbio y con disturbio-costa modificada; mientras que el pelicano café mostró la densidad acumulada mayor en los acantilados, el ambiente pelagico, dunas y sustrato antrópico; y el cormorán de Brandt fue la especie de mayor densidad en otoño en el complejo lagunar.

Pero también algunas especies de playeros y láridos tuvieron densidad acumulada alta, inclusive mayor que los pelecanidos según la estación del año o unidad de paisaje. Por ejemplo el picopando canelo fue la especie con densidad mayor en invierno, también lo fue en el manglar y planicie de inundación de Canal Santo Domingo.

La anidación de un número de individuos considerable de estas especies de pelecanidos (Anderson y Anderson 1976, Moreno y Carmona 1988b, Everett y Anderson 1991, Carmona *et al.* 1995) es una de las explicaciones del gran número observado de estas aves y de su dominancia a lo largo del año en el CLBM-A. Otra causa de la dominancia de este gremio, de debe al aumento en el número de individuos por el movimiento regional postreproductivo hacia el complejo lagunar.

El comportamiento reproductivo de las aves ocasionó parte de la variación de la densidad y de los atributos comunitarios en los segmentos donde se localizaron los sitios de anidación durante primavera-verano. Previamente al periodo de puesta las aves se congregan en los sitios de anidación donde según la especie anidan de manera solitaria o en forma colonial.

La dominancia durante todo el año de las especies de pelecanidos, así como la dominancia temporal de las aves playeras afectaron los valores de la densidad, diversidad,

uniformidad de la comunidad y similitud de la composición de lagunas, zonas y habitats donde estas especies se distribuyeron.

La ubicuidad de los pelecanidos y láridos se debe a que estas aves son de hábitos alimenticios oportunistas y tienen capacidad de dispersión amplia. La presencia de diferentes recursos en la columna de agua a lo largo del año (Rodríguez *et al.* 1996, Morales-Bojórques *et al.* 2003, Robinson *et al.* 2004, Robinson y Gomez-Aguirre 2004), y la poca profundidad de las lagunas posibilita que estas aves accedan a estos recursos y se congreguen en sitios particulares, como lo demostró el análisis de la densidad por gremio en este trabajo.

Estos gremios en particular se congregaron en sitios descubiertos, como la playa arenosa y dunas, como sucede en las bocas del área de estudio. Las bocas del complejo lagunar son sitios muy dinámicos porque por la acción de la marea concentra recursos alimentarios como zooplancton, alevines y peces. Las capacidades de estas aves también las posibilita para que usen los recursos de estos y otros habitats como la costa rocosa, donde estos gremios descansan y son comunes. Estos sitios de descanso están cercanos a sus áreas de alimentación.

En humedales de aproximadamente 40 km de línea de costa interna con menor diversidad de habitat que la del complejo lagunar, como el estero de Punta Banda, B. C., con habitat modificado, dunas, marismas y planicie de inundación como habitats predominantes, Escofet (1988) resaltó la dominancia de especies de playeros sondeadores someros y garzas. En la salina de Guerrero Negro, B. C. S., un área con planicies de inundación y marismas extensas, los grupos dominantes son los playeros (con el playerito occidental como especie dominante) seguidos de los anátidos (el ganso de collar y el pato

boludo-menor) y las aves buceadoras como el zambullidor orejudo *Podiceps nigricollis*; y en los vasos de cristalización, zona manejada para la producción de sal y rica en *Artemia salina*, el falaropo de cuello rojo *Phalaropus lobatus*, es la especie dominante. Y hacia la región sureña de la península, los playeros con el playerito occidental también son dominantes en planicies de inundación de La Ensenada de La Paz como habitat de mayor cobertura, aunque los pelecanidos (como el pelicano café, el cormorán orejudo y la tijereta) y láridos (12 especies de gaviotas *Larus spp* y siete charranes. *Sterna spp*) son también conspicuos en playa arenosa, costa rocosa y en el área pelágica de aquella región; y en el estero de San José del Cabo (cuerpo de agua salobre, somero, con una área de 40 ha y profundidad promedio de 1.0 m , con tule, carrizo y palmares de palma blanca y datilera como coberturas vegetales en su perímetro, los rálidos (la gallereta americana *Fulica americana*) y anátidos (el pato tepalcate *Oxyura jamaicensis*, y los patos boludo-menor y cucharón norteño *Anas clypeata*) son los grupos dominantes (Guzmán *et al.*, 1994); de manera similar como ocurre en embalses de agua tratada (Castillo-Guerrero y Carmona, 2001). Lo que indica que el tipo de habitats de los humedales de la península de Baja California condiciona la presencia de grupos de ciertos gremios.

Estructura de la Comunidad de Aves Acuáticas del CLBM-A

Durante el año 2002-2003, en parte del complejo lagunar la gran abundancia y densidad del cormorán orejudo (en primavera), el pelicano café (en verano), el cormorán de Brandt (en otoño) y el picopando canelo (en invierno) ocasionó que estas aves fueran las dominantes del CLBM-A. La dominancia de estas especies, junto con un número de especies mayor que tuvo densidad mucho menor que las especies de los pelecanidos,

playeros y láridos determinaron que entre las estaciones del año el estimador de equidad fuera similar.

Los censos con base en los segmentos de habitat, el diseño de análisis jerárquico, y los descriptores de la estructura, univariados (diversidad de Shannon H' y equidad J') y multivariados (MDS y ANOSIM), demostraron el cambio temporal y el efecto distinto de las unidades de paisaje sobre la comunidad de aves.

La diversidad de aves acuáticas en otoño fue significativamente mayor con respecto a las otras temporadas, se explica como era de esperarse, tanto por la presencia de las aves migratorias con densidad más cercana a la de las especies dominantes como por el número mayor de especies con densidad baja pero más equitativa.

De las tres zonas consideradas, la equidad fue mayor en el ambiente pelagico, este ambiente se consideró con cierta uniformidad, esta fue ocasionada porque en este concurren muy pocas aves, fueron aquellas con adecuaciones morfológicas y fisiológicas que les permiten acceder a las presas de la columna de agua. Estas aves tuvieron densidad baja y más equitativa entre si que las especies que concurren en segmentos de la costa insular o peninsular.

Además, el menor número de especies registradas en el ambiente pelágico en comparación con el mayor número de especies que concurren en las costas ocasionó que este ambiente tuviera menor diversidad que la calculada para la línea de costa peninsular. En el caso de la línea de costa insular, dada la presencia de las principales especies dominantes de pelecanidos, los cormoranes orejudo y de Brandt, y el pelicano café, así como un número mayor de especies con densidad muy baja ocasionaron que los valores de

diversidad específica de la línea de costa insular fuera comparable con la del ambiente pelagico.

En las tres lagunas hubo clara dominancia de los pelecanidos y mayor número de especies que en los segmentos que tuvieron relativamente menor densidad. El peso de las especies dominantes en todos los casos ocasionó que los segmentos de línea de costa de las tres lagunas tuvieran también equidad similarmente variable.

La diversidad específica calculada a partir de datos de densidad para los segmentos del Canal Santo Domingo, debido a su mayor longitud de línea de costa fue relativamente mayor que la que se observó en Bahía Magdalena porque la primera laguna tuvo conjuntamente riqueza y densidad de aves mayor que Bahía Magdalena; y en el caso de Bahía Almejas la diversidad mayor fue ocasionada por la similitud mayor de la densidad de las especies dentro de sus segmentos.

Los habitats pelagico y manglar-marismas tuvieron equidad muy alta porque sus segmentos a pesar de tener pocas especies dentro de ellos, las especies tuvieron densidad comparable, lo que ocasionó que estos habitats tuvieran diversidad tan alta como aquellos habitats con la riqueza relativa mayor. En contraste, los pocos segmentos de sustrato antrópico tuvieron densidad muy alta y comparable en su mayoría, y además dentro de estos la densidad de las especies fue más equitativa lo que causó que este habitat tuviera equidad y diversidad alta y comparable con habitats que acumularon riqueza mayor como dunas o playa arenosa.

El manglar-dunas aun con menor número de segmentos que manglar, tuvo diversidad muy alta porque las especies dentro de sus segmentos tuvieron densidad más comparable entre sí, a pesar que la densidad entre estos fue relativamente variable.

Los segmentos de manglar también tuvieron densidad muy variable entre ellos, pero la densidad de mayor número de especies dentro de estos fue muy similar tanto en segmentos con menor o mayor densidad, lo que ocasionó que gran parte de estos tuvieran equidad mayor, dando como resultado que este habitat fuera de los más diversos.

Los segmentos de playa arenosa tuvieron dominancia mayor de algunas especies, lo que ocasionó que los segmentos de este habitat tuvieran densidad entre y dentro muy variable. Esto ocasionó que la equidad relativa de este fuera menor que los mencionados.

La equidad de las dunas fue menor que la del manglar, pero comparable con la de playa arenosa. Esta fue ocasionada porque a pesar de que este habitat tuvo segmentos con riqueza mayor, la equidad de estos fue muy variable. En contraste, los segmentos con menor número de especies tuvieron mayor equidad, esta última ocasionada por la mayor equidad de la densidad de las especies dentro de estos segmentos.

La equidad y diversidad en los segmentos con diferente estado de conservación fue similar porque todos ellos tuvieron densidad muy variable entre los segmentos. Y dentro de ellos hubo dominancia relativa mayor de algunas especies que ocasionó que mayor número de segmentos tuvieran equidad intermedia.

La riqueza de especies de aves en un humedal ha sido indicador prioritario para evaluar y establecer áreas naturales protegidas. La riqueza depende en gran medida del número y extensión de los habitats (heterogeneidad espacial), de la productividad del sitio, de la estabilidad climática y de las relaciones intra e interespecíficas (Pianka 1974). En este trabajo se mostró que el proceso migratorio afecta significativamente la riqueza de especies en el CLBM-A. En otoño la riqueza fue mayor, principalmente por la presencia de especies que migran a través de la ruta del Pacífico. Algunas de estas especies usan el área como

apostadero migratorio mientras que otras se quedan a invernar en la zona. Al combinarse con las residentes, elevan la riqueza de especies.

El aumento de la abundancia específica y riqueza en otoño e invierno, también se ha registrado en humedales norteños como Punta Banda (Escofet *et al.*, 1988), Laguna Ojo de Liebre-Guerrero Negro (Carmona y Danemann, 1998; Danemann *et al.*, 2002), o en sureños como El Conchalito (Carmona, 1995; Carmona y Carmona, 2000), Chametla (Fernández *et al.*, 1998), El estero de San José del Cabo (Guzmán *et al.*, 1994) o hasta en pequeños embalses de agua residual tratada (Castillo-Guerrero y Carmona, 2001), y en todos ellos las parvadas de aves migratorias invernantes elevan considerablemente la abundancia y riqueza de aves acuáticas, sobre todo por el aumento en la abundancia y riqueza de playeros y anátidos. Pero a diferencia de aquellos, las especies más abundantes (Zárate-Ovando *et al.*, 2006) y de mayor densidad en el complejo lagunar fueron los pelecanidos.

En este trabajo se observó un total de 80 especies de aves acuáticas en el CLBM-A, pero no se censó el manglar Las Tijeras ubicado en isla Margarita y la parte occidental de esta isla. En Isla Margarita Amador (1985) encontró nueve especies (la negreta ala blanca *Melanita fusca*, el mergo mayor *Mergus merganser*, la pardela de Revillagigedo *Puffinus auricularis*, el paño mínimo *Oceanodroma microsoma*, el playero solitario *Tringa solitaria*, el playero vagabundo *Heteroscelus incanus*, el playero de Baird *Calidris bairdii*, el falaropo pico grueso *Phalaropus Fulicaria* y la gaviota blanca *Larus hyperboreus*) que no fueron registradas en el complejo lagunar durante esta investigación (Zárate-Ovando *et al. op. cit.*). Y en el Estero Rancho Bueno, Amador *et al.* (2006) encontraron a la espátula rosada (*Platalea ajaja*), en todos los casos los avistamientos de estas especies fueron raros.

Por lo que se considera que la riqueza total de aves acuáticas registrada en el CLBM-A hasta el momento es de 90 especies.

En este trabajo se encontró evidencia significativa de que las especies no estuvieron distribuidas uniformemente entre los habitats. El manglar (manglar en planicie de inundación) comprendió el 61% de la línea de costa censada en el CLBM-A, este habitat acumuló la presencia de 71 especies; el 8% de la línea de costa fue de dunas y este habitat acumuló 60 especies; y el 10% de playa arenosa con 53 especies. Esto significa que aunque el manglar es el habitat con mayor riqueza acumulada de aves acuáticas en el CLBM-A, las dunas y playa arenosa pueden tener una riqueza relativa mayor en unidades espaciales menores comparables con las de manglar. Esta desproporción entre longitud de costa censada *versus* riqueza acumulada a nivel del CLBM-A, también se observó entre las tres lagunas y se debió a que los gremios mas diversos tal como los playeros, láridos, zancudas y anátidos tuvieron la riqueza mayor o se congregaron excepcionalmente en algunos segmentos de los habitats de las lagunas. Los anátidos no se observaron en playa arenosa por lo que la riqueza acumulada de este habitat fue menor.

En las tres lagunas, la distribución de la riqueza en manglar, dunas y playa arenosa con base en la longitud recorrida no fue similar ($\chi^2 = 14.744$, g.l. = 4, $p < 0.05$). Esta diferencia se debió a que en la playa arenosa de Canal Santo Domingo hubo un número de especies menor de lo esperado; en contraste, en Bahía Magdalena hubo un número de especies mayor que el esperado. La longitud de playa arenosa en Bahía Magdalena es mayor que en Canal Santo Domingo, de tal modo que hay mayor sustrato disponible y evita la competencia por sitios de descanso para las aves. Además, en Canal Santo Domingo los pelecanidos fueron los más abundantes y se concentraron de manera

masiva para descansar en la playa arenosa, por lo que la competencia por sitios de descanso en este habitat y laguna posiblemente sea mayor que en las otras.

A nivel de habitat en el Estero Rancho Bueno, localidad que se ubica al sur del CLBM-A en Bahía Almejas, Amador *et al.* (2006) encontraron (en su estudio de siete meses de 1993-1994) que la riqueza y abundancia de aves acuáticas en playa arenosa o dunas fue mayor que en manglar. Lo que apoya la tesis de que las dunas y la playa arenosa son relativamente más diversas que el manglar cuando la riqueza de estos habitats se compara a una escala pequeña o un sitio en particular. La riqueza del manglar en el CLBM-A solo es relativamente mayor que los otros habitats si se considera la mayor parte de este habitat a nivel de todo el complejo lagunar. En cuanto a la riqueza temporal que se encontró en este trabajo para Bahía Almejas (35 especies en la temporada invernal) es comparable con la riqueza máxima que se observó en aquel trabajo en primavera (38 especies).

En cuanto al uso del habitat en el CLBM-A, el número de especies exclusivas de uno o dos habitats fue bajo (14% y 28%), lo que implica que la mayoría de las especies en la comunidad son generalistas en cuanto al uso de habitat. Esta especificidad de habitat es baja en comparación con la observada en humedales pequeños como Punta Banda, donde el 62% de las especies desarrollan sus actividades en dos habitats (38% en uno y 24% en dos habitats; Escofet 1988). El gremio de los playeros son especialistas de planicies lodosas, la mayor parte de las planicies lodosas del CLBM-A son inaccesibles para este gremio porque se inundan casi en su totalidad a diferencia de otros sitios como la laguna Ojo de Liebre, el Estero de Punta Banda donde hay disponibilidad mayor de este habitat para este grupo de aves. En el CLBM-A los manglares limitan la extensión de planicies lodosas que es el habitat preferido por este grupo de especialistas. De hecho, el número total de aves playeras

que inverna en el complejo lagunar es pequeño (Page *et al.* 1997) y comparable con el del Estero de Punta Banda, a pesar de la gran diferencia en tamaño con aquel humedal.

En ausencia de especificidad, tanto la riqueza regional como la local son similares. Entonces, en este caso, la comunidad de aves acuáticas del CLBM-A estuvo integrada por especies medianamente generalistas, usuarias de al menos cuatro habitats (manglar 71, dunas 60, playa arenosa 53 y manglar-dunas 51), resultando que la riqueza de estos habitats fuera más cercana a la riqueza regional (80 especies).

Los resultados de riqueza y especificidad de habitat demostraron que la heterogeneidad espacial tuvo efecto mayor en una parte de la comunidad de aves en la que se incluyen los anátidos, las aves buceadoras, rálidos y petreles ya que por sus requerimientos especiales, estas aves se distribuyeron solo en algunos habitats.

La especificidad de habitat no representó un criterio importante en términos de conservación, para las especies que tuvieron especificidad mayor porque fueron las especies raras, es decir, poco abundantes.

Por su dominancia numérica se puede decir que la comunidad de aves acuáticas del CLBM-A es una comunidad de pelecanidos. Las especies dominantes numéricamente fueron el pelicano café y el cormorán orejudo, concentraron más del 20% de la abundancia total de aves (Anexo II). En contraste, las otras especies tuvieron individualmente entre el 1 y 5% de la abundancia total (Anexo II). La dominancia de las especies de pelecanidos residentes ocasionó que los cambios de la abundancia acumulada estacional en el área de estudio (aun sin considerar el mayor porcentaje de la población de tijeretas de esta región) fueran menores a los de otros humedales de la península, donde los playeros o anátidos migratorios son los grupos dominantes (Escofet *et al.*, 1988; Fernández-Aceves, 1993;

Guzmán *et al.*, 1994; Massey y Palacios, 1994; Carmona, 1995; Carmona y Danemann, 1998; Carmona y Carmona, 2000; Danemann y Carmona, 2000; Anexo I).

En este estudio solo se tomaron en cuenta las tijeretas observadas fuera de la colonia reproductiva, que fueron menos que las observadas en Canal Santo Domingo o Bahía Magdalena.

En las lagunas, el pelicano café fue la especie dominante en Canal Santo Domingo; durante verano, otoño e invierno el pelicano fue la especie con mayor abundancia.

En Bahía Magdalena, la especie con mayor abundancia fue el cormorán orejudo, durante casi todo el año. En invierno estas tres especies de pelecanidos tuvieron la abundancia menor.

En Bahía Almejas, la tijereta es la especie dominante (Moreno y Carmona 1988a, Carmona *et al.* 1995) por la presencia de la colonia.

La condición ecológica del CLBM-A en cuanto a recursos alimentarios, sitios favorables para anidación y sitios de descanso, condicionó la presencia y el mayor número de individuos de pelecanidos, láridos, playeros y anátidos.

La dominancia de los pelecanidos es ocasionada por la alta productividad marina del CLBM-A, así como por la disponibilidad de hábitat para anidación en sitios relativamente poco perturbados.

La alta productividad se presenta en el CLBM-A en forma regular por la presencia de frentes oceánicos y surgencias costeras de la costa del Pacífico de Baja California (Zaytsev *et al.* 2003, Malakoff 2004) que aportan nutrientes y material particulado, que ingresan al complejo lagunar por corrientes de marea (Zaytsev *et al.* 2003) a través de las diferentes bocas principalmente por el Canal Magdalena (Zaytsev *et al.* 2003) . La

presencia de estos precursores de la productividad de la cadena trófica son causados por procesos oceanográficos y atmosféricos (Zaytsev *et al.* 2003) que operan a mesoescala, y ocasionan que las épocas de mayor cantidad de alimento sean hasta cierto punto predecibles para las aves, lo que se comprueba por la regularidad de su presencia temporal en la región. La intensidad máxima de las surgencias ocurre a mediados de primavera y principios de verano (entre abril y junio) (Zaytsev *et al.* 2003), cuando coinciden con la época reproductiva de las aves acuáticas en la región.

En este periodo del año, uno de los recursos alimenticios importantes para las aves que usan la zona pelágica es la langostilla *Pleuroncodes planipes*, la especie más abundante del micronecton. Este recurso se presenta en forma masiva en el complejo lagunar anualmente, ya que se reproduce entre diciembre y abril, es decir durante el periodo de surgencias. Las etapas de crecimiento de la langostilla que están disponibles como alimento para las aves acuáticas son larvas, juveniles y adultos cuando son planctónicos, y antes de su etapa béntica temprana (talla del caparazón entre 17 a 20 mm) ya que la langostilla migra hasta profundidades de 100 a 200 m sobre la plataforma continental (Aurioles-Gamboa *et al.* 1994).

El viento transporta hacia el sur de Bahía Almejas material particulado, nutrientes y parte de las etapas planctónicas de la langostilla, donde se acumulan en la zona sur de esta laguna, tanto a fines de primavera (mayo) cuando los pelecanidos residentes están en etapa de crianza, como en otoño cuando se presenta la mayor abundancia y diversidad de aves acuáticas en la región.

En adición, el sistema terrestre del CLBM-A aporta material particulado y nutrientes en mayor cantidad durante verano y otoño, cuando se presenta el periodo de

lluvias en la región (Chávez 2006). Estos procesos mantienen la alta productividad del sistema lagunar y la prolongan de tal manera que permiten que este sea más estable, lo que causa que diferentes recursos alimenticios estén disponibles para las aves a lo largo del año.

A mayor estabilidad o predictibilidad de los patrones de productividad un área debería permitir la coexistencia de más especies que en sitios donde hay mayor variación e irregularidad en la productividad. Para los pelecanidos, el volumen de captura de pelágicos menores (Lluch-Belda, 2000) es un indicador relativo de la abundancia y temporalidad de sus presas en el CLBM-A. Estas incluyen: sardinas Monterrey *Sardinops caeruleus*, Crinuda *Ophistonema libertate*, *O. medirrastrae* y *O. bulleri*, Bocona *Cetengraulis mysticetus* y Japonesa *Etrumeus teres*, así como Macarela *Scomber japonicus*. En la última década los volúmenes de captura han sido de más de 40,000 ton (Félix-Uraga, com. pers, CICIMAR, IPN. Depto. Biol. Marina y Pesquerías) y durante un año se mantienen relativamente constantes. Los láridos y las aves zancudas que son omnívoras oportunistas como la mayoría de las aves terrestres (las águilas pescadora y calva, y el martín pescador) pero incluyen en su dieta a estos peces.

El volumen de la captura de pelágicos menores varía poco en el CLBM-A aun en años fríos o cálidos porque varía la composición (Rodríguez Sánchez *et al.* 1996). Es decir, en años calidos la sardina crinuda es más abundante que la sardina monterrey y por el contrario, en años normales la sardina monterrey ocupa el mayor porcentaje en el volumen de la captura. En comparación con los otros humedales costeros del Pacifico esta alternancia de presas provoca que la productividad secundaria se mantenga alta en el CLBM-A aún cuando ocurran eventos ENSO. Ello tiene un efecto positivo en los pelecanidos u otros gremios que se alimentan de peces. La abundancia de los pelecanidos

es una respuesta a estas condiciones ecológicas favorables, y la permanencia de las colonias de anidación de estas aves es otra evidencia de la regularidad de la productividad de la región.

Así es necesario considerar que la sobreexplotación de las pesquerías de pelágicos menores y de langostilla podría impactar a las poblaciones de aves dominantes en esta comunidad. El aumento de ranchos atuneros a lo largo de la costa de la península de Baja California, especialmente en el noroeste de Baja California, esta causando una demanda mayor de pelágicos menores que puede tener impactos negativos en las poblaciones de aves acuáticas de este complejo lagunar.

6. Consideraciones finales

- ❖ El presente trabajo integra el elenco sistemático de aves acuáticas del complejo lagunar Bahía Magdalena–Almejas. Los recorridos a lo largo de toda la línea de costa del complejo, con observación y conteo continuos de aves posadas, en vuelo y en el cuerpo de agua permitió localizar los habitats, lagunas y zonas preferidos por especies y gremios.

- ❖ Las aves tuvieron preferencia por dos o tres habitats. Pero los resultados destacan que la función del manglar es fundamental para la supervivencia de la mayoría de los grupos de aves por los recursos alimentarios, sitios de descanso o refugio que les provee.

- ❖ Las aves acuáticas mostraron especificidad, temporal y espacial, baja hacia uno o dos habitats con base en la presencia-ausencia de especies. Pero considerando la abundancia se evidenció que la población de la mayoría de las especies mostró preferencia por zonas, lagunas o habitats particulares.

- ❖ Los resultados con base en la densidad de aves por gremios sugieren que los requerimientos de las aves son satisfechos por los recursos ecológicos de habitats particulares lo que implica que se deben implementar acciones de conservación, además de las que las normas oficiales establecen donde concurren las especies de interés particular.
 - El bosque de manglar del Canal Santo Domingo, el más grande de la península de Baja California Sur, junto con “Las Tijeras” y el manglar de Bahía Almejas, albergaron mayor riqueza de especies. Considerando que estos manglares como formación vegetal se localizan en el extremo norteño de la distribución global de los manglares del Pacífico mexicano su importancia queda de manifiesto en el presente trabajo.
 - Sin embargo, también la playa arenosa y dunas concentraron un espectro amplio de especies y fueron sitios de diversidad alta temporalmente por ser sitios de descanso anexos a áreas de alimentación. La pérdida, modificación o reducción del estos tres habitats podría conducir a la pérdida de abundancia y riqueza de especies. En el caso del manglar, sobre todo de gremios tales como las aves zancudas, que aunque concurren en el manglar de las tres lagunas, prefirieron mayor número de sitios de Canal

Santo Domingo y Bahía Almejas donde presentaron densidad mas alta (Anexo II). O en el caso de las aves buceadoras y anátidos en sitios particulares de Canal Santo Domingo, laguna donde se congregan en manglar-dunas y manglar en sitios particulares con pastos marinos. Por lo que en estos habitats se evidencia la necesidad de implementar acciones de conservación.

- ❖ En el caso de las aves buceadoras, aves que pasan la mayor parte de su vida en el ambiente acuático aunque no se observaron sobre los sustratos de los habitats de la línea de costa, se registró su preferencia por el agua circundante de dunas y manglar, similarmente los anátidos tuvieron preferencia tanto por los sustratos o agua circundante del manglar, sobre todo de la costa peninsular. Esta precisión de la distribución espacial de la población de las 80 especies de aves y de los habitats, permitirá fundamentar acciones de conservación y manejo.
- ❖ En adición, aunque en esta investigación la densidad y diversidad de aves acuáticas en el ambiente pelagico fue menor que en costas o habitats, fue en parte por el método de muestreo. En este ambiente dinámico, la densidad y diversidad de aves acuáticas depende de procesos hidrodinámicos que concentran el alimento tales como los frentes de marea, que en temporadas de mayor intensidad en el complejo lagunar ocasionan la concentración masiva de aves y eleva la densidad y diversidad de aves acuáticas en temporadas y zonas específicas como en la Boca Magdalena. Entonces, para la evaluación de los atributos comunitarios de las aves de este

ambiente, se deben integrar métodos que consideren las condiciones hidrodinámicas del sistema lagunar.

- ❖ La población reproductiva de los pelecanidos fueron una de las explicaciones del gran número observado de estas aves a lo largo del año en el CLBM-A. La dominancia de los pelecanidos en el CLBM-A se debe en parte a que este humedal alberga los sitios de anidación con los tamaños coloniales de pelícano café, tijeretas y cormoranes mas grandes de la península. La dominancia de estas especies afectaron los valores de diversidad, uniformidad y similitud de la comunidad de aves. Y la gran abundancia de estas aves en sitios particulares provocó variaciones amplias de la densidad en las lagunas, zonas, habitats donde estas especies se distribuyeron.
- ❖ Temporalmente, la presencia de las aves residentes, migratorias e invernantes, y el número de individuos mayor de los pelecanidos elevaron la densidad relativa de aves desde verano y se mantuvo hasta invierno en el complejo lagunar.
- ❖ La preferencia de especies y gremios por los habitats ocasionaron cambios en la densidad relativa a nivel de lagunas o zonas. La densidad mayor de los pelecanidos en la playa arenosa, dunas e islotes de manglar y otros tres habitats lo evidencia como el gremio que contribuye mas a la densidad de aves a nivel de lagunas o zonas; seguido de los playeros y láridos; sobre todo en el Canal Santo Domingo y la costa insular del complejo lagunar.

- ❖ Aunque la mayoría de pelecanidos son residentes de Baja California Sur, los movimientos regionales y locales de las especies más abundantes de este gremio son la causa de los valores altos de densidad en las distintas unidades de paisaje.

- ❖ En adición, se demostró que la costa insular, posiblemente por su condición de aislamiento y protección, fue la zona donde se concentró mayor número de aves, sobre todo en sitios particulares.

- ❖ Los valores estimados de la diversidad específica de aves para cada segmento de la línea de costa variaron entre 0.001 hasta más de 2.9, los valores mayores se consideran altos, aunque su duración es temporal. Igualmente, la abundancia de individuos en cada segmento muestra cambios de varios órdenes de magnitud. Los valores de diversidad, abundancia y densidad se explican mediante consideraciones de heterogeneidad espacial, la temporalidad de la presencia de especies residentes y migratorias, y su preferencia de habitat.

- ❖ La diversidad, tal como la densidad, fue significativamente mayor en otoño e invierno, pero en contraste a la densidad, la diversidad fue mayor en costa peninsular; en Canal Santo Domingo; manglar-dunas, manglar, y planicie de inundación.

- ❖ La modificación del habitat natural costero y el disturbio ocasionado por tránsito de embarcaciones aparentemente no tuvieron influencia en la densidad y los estimadores de la comunidad. Pero la densidad menor y la riqueza específica mayor de aves en segmentos de costa mejor conservada o sin disturbio, en gran medida fue resultado de la longitud mayor de esta unidad de paisaje.

La identificación de los efectos del disturbio en las aves acuáticas se tendrían que evaluar con metodologías que consideren otros estimadores específicos para cada gremio o especie porque con base en la densidad de los gremios se demostró que no todos los gremios incidieron en sustrato antrópico, de hecho este habitat fue de los habitats con menor riqueza acumulada en comparación con los demás habitats, es decir es un habitat excluyente. En contraste, los pelecanidos y láridos tuvieron densidad mucho mayor que los demás gremios en sustrato antrópico, lo que indica que si existe efecto del disturbio en las aves acuáticas. Esto sugiere que para determinar los efectos del disturbio, la evaluación se tiene que hacer con base en gremios o especies particulares dadas sus diferencias de tolerancia y sensibilidad al disturbio.

- ❖ Los análisis de la similitud en la composición de especies mostraron que la asociación de primavera tuvo mayor diferencia en comparación con las de otras temporadas; mientras que la asociación de zona pelágica fue diferente de las costas insular y peninsular, aunque ambas costas mostraron diferencias entre sí. La composición específica dentro de playa arenosa y dunas mostró diferencia temporal y espacial, mientras que dentro de manglar solo se observó diferencia temporal.

Tales diferencias en elencos de las unidades de paisaje, sugieren que la comunidad de aves esta estructurada de acuerdo a los recursos disponibles tales como el alimento en concomitancia con la heterogeneidad de habitat, producida en la línea de costa por la complejidad estructural de estratos de vegetación, o por aquellos habitats donde la profundidad, pendiente, tipo de sustrato y la acción de la marea crean diferentes tipos de habitats, tales como planicie de inundación. La diferencia en la composición específica dentro de los manglar, playa arenosa y dunas, es evidencia de la mayor cobertura de estos habitats en comparación con los otros de la línea de costa del complejo lagunar, así como de su funcionalidad, es decir, el manglar es el habitat de mayor cobertura, recursos estructurales y alimentarios, y provee a las aves de refugio, sitios de anidacion y alimento. En contraste, playa arenosa y dunas son habitats de anidación para pocas aves y de descanso para los gremios de mayor abundancia y densidad en el complejo lagunar, la preferencia de estos últimos por estos habitats en las zonas o lagunas posiblemente está relacionada con la cercanía a las áreas de alimentación.

- ❖ La conservación de sitios a largo plazo debe incluir los habitats con mayor valor ecológico. En este trabajo se caracterizaron por tener mayor diversidad o especies con categoría de conservación y concentrar mayor número de individuos. Pero es necesario considerar que la comunidad de aves acuáticas es muy dinámica y depende en mayor o menor grado de los 12 habitats.

- ❖ Se sugiere continuar con el monitoreo de aves acuáticas y sus habitats en el complejo lagunar, porque los planes y acciones de conservación deben considerar que las relaciones funcionales entre la biodiversidad y ecosistemas costeros no pueden ser desacopladas de los procesos atmosféricos (Symstad 2002) y oceanográficos de mediano y largo plazo. Los procesos climáticos y oceanográficos tienen efectos directores sobre los cambios ecológicos (Garvey *et al.* 2003, Kratz *et al.* 2003, Rastetter *et al.* 2003) e hidrológicos (Greenland *et al.* 2003) de cada sitio (Turner *et al.* 2003). Esto permitirá cuantificar las fluctuaciones interanuales de la abundancia, densidad de las poblacionales o grupos de aves, los cambios en la distribución espacial, y el efecto que tengan estos cambios sobre la estructura de la comunidad. Porque si bien este trabajo da a conocer por primera vez aspectos de la distribución espacial y temporal de las aves, la importancia de los habitats, y sienta las bases para la conservación de especies y habitats, no es suficiente un año de estudio.

- ❖ Es necesario que el monitoreo se lleve a cabo cada cinco años por los menos (Norris y Pain 2002, Norris *et al.* 2004), para registrar estos cambios y generar con bases de datos mas amplias diferentes herramientas que describan, expliquen y tengan valor predictivo de tal forma que prevean repercusiones económicas y ambientales (Goss-Custard *et al.* 1995, Krogh *et al.* 2002) y permitan hacer adecuaciones a los planes de manejo para la conservación a largo plazo de la comunidad de aves y el ecosistema del CLBM-A, menos costosas en términos de deterioro ambiental y las

óptimas (Haight *et al.* 2002) para coadyuvar hacia un desarrollo regional ecológicamente sostenible.

7. Literatura Citada

- Amador Silva, E. S. 1985. Avifauna de Isla Santa Margarita, B.C.S., México [Tesis de Licenciatura]. La Paz, B.C.S.: Universidad Autónoma de Baja California Sur. 1-42
- Amador, E. S. y J. Guzmán-Poo. 1994. El Águila Calva (*Haliaeetus leucocephalus*) en Isla Margarita, Baja California Sur, México. Revista de Investigación Científica, Serie Ciencias Marinas, UABCS 5(1): 33-35.
- Amador, E., R. A. Mendoza Salgado y de J. A. Anda-Montañez. 2006. Estructura de la avifauna durante el periodo invierno-primavera en el Estero Rancho Bueno, Baja California Sur. Revista Mexicana de Biodiversidad (77): 251-259.
- Anderson, D. W. y I. T. Anderson. 1976. Distribution and status of Brown Pelicans in the California Current. American Birds 30(1): 3-12.
- Anderson DW , J. O. Keith , G. R. Trapp y L. A. Moreno . 1989. Introduced small ground predators in California brown pelican colonies. Colonial Waterbirds 12: 98-103.
- Anónimo. 1999. Áreas Importantes para la Conservación de las Aves de América del Norte. Montreal: Comisión para la Cooperación Ambiental. 1-369 p.
- Anónimo. 2003. Programa Estatal de Ordenamiento Territorial (Fase I y II: Caracterización y Diagnóstico). La Paz, B.C.S: Gobierno del Estado de Baja California Sur. 1-350.
- Anónimo. 2004. North America Waterfowl Management Plan 2004. Strategic Guidance. Canadian Wildlife Service, U.S. Fish and Wildlife Service, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 1-22 p.
- Anónimo. 2006. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Diario Oficial de la Federación: 1-90.
- Atkinson, P. W., S. Crooks, A. Grant y M. M. Rehfisch. 2001. The success of creation and restoration schemes in producing intertidal habitat suitable for waterbirds. Peterborough, U.K.: English Nature. Report nr 425.
- Aurioles-Gamboa, D, M. I. Castro-González y R. Pérez-Flores 1994. Annual mass strandings of pelagic red crabs, *Pleuroncodes planipes* (Crustacea: Anomura: Galatheidae) in Bahía Magdalena, Baja California Sur, Mexico. Fishery Bulletin 92: 464-470.
- Bancroft, G. 1927. Breeding birds at Scammons Lagoon, Lower California. Condor 29:29-57.
- Bendell-Young, L. I., K. E. Bennett, A. Crowe, C. J. Kennedy, A. R. Kermodé, M. M. Moore, A. L. Plant y A. Wood. 2000. Ecological characteristics of wetlands receiving an industrial effluent. Ecological Applications 10: 1310-1322.
- Boere, G. C. y C. D. A. Rubec. 2002. Conservation policies and programmes affecting birds. En: Norris, K y D. J. Pain, editores. Conserving Bird Biodiversity:

- General Principles and their Application. Cambridge: Cambridge University Press. p 246-270.
- Boere, G. C., C. A. Galbraith y D. A. Stroud. 2005. Conclusions and recommendations. En: Boere, G. C., C. A. Galbraith y D. A. Stroud , editores; Edinburgh. Wetland Internationa, The Netherlands; Joint Nature Conservation Committee, UK; Ministry for Agriculture, Nature and Food Quality, The Netherlands. p 1-40.
- Brown, S., C. Hickey , B. Harrington y R. Gill, editores. 2001. The U. S. Shorebird Conservation Plan. 2nd ed. Manomet, MA: Manomet Center for Conservation Sciences. 64 p.
- Buehler, D. A. 2000. Bald Eagle (*Haliaeetus leucocephalus*). En: Poole, A. y F. Gill editores. The Birds of North America. Philadelphia, PA: The Birds of North America, Inc.
- Carmona, R. 1995. Distribución temporal de aves acuáticas en la playa El Conchalito, Ensenada de La Paz, B.C.S. Investigaciones Marinas CICIMAR 10(1-2):1-25.
- Carmona, R. y C. Carmona. 2000. Abundancia y riqueza específica de aves playeras en la playa "El Conchalito", Baja California Sur, durante 1993 y 1995. Hidrobiológica 10(1): 69-78.
- Carmona, R. y G. D. Danemann. 1998. Distribución espaciotemporal de aves en la salina de Guerrero Negro, Baja California Sur, México. Ciencias Marinas 24(4): 389-408.
- Carmona, R. y G. D. Danemann. 2000. Distribución espacio-temporal de aves Pelecaniformes en la salina de Guerrero Negro, B.C.S., México. Hidrobiológica 10(2): 85-90.
- Carmona, R., J. Guzmán y J. F. Elorduy Garay. 1995. Hatching, growth, and mortality of magnificent frigatebird chicks in southern Baja California. Wilson Bulletin 107(2): 328-337.
- Carmona, R., J. Guzmán, S. Ramírez y G. Fernández. 1994. Breeding waterbirds of La Paz Bay, Baja California Sur, Mexico. Western Birds 25:151-157.
- Carrera-González, E y G. de la Fuente de León. 2003. Inventario y Clasificación de Humedales en México. Parte I. México: Ducks Unlimited de México, A. C. 1-239 p.
- Castellanos, A. C. Argüelles, F. Salinas-Zavala y A. Ortega Rubio. 2005. New Nesting Record and Observations of Breeding Peregrine Falcons in Baja California Sur, México. Journal of Raptor Research 39(4): 472-475.
- Castellanos, A., F. Salinas-Zavala y A. Ortega-Rubio. 2001. Inventory and conservation of breeding waterbirds at Ojo de Liebre and Guerrero Negro lagoons, Baja California Sur, Mexico. Ciencias Marinas 27(3): 351-373.
- Castillo-Guerrero, J. A. y R. Carmona. 2001. Distribución de aves acuáticas y rapaces en un embalse dulceacuícola artificial de Baja California Sur, México. Revista Biología Tropical 49(3-4): 1131-1142.
- Chávez, R. S. 2006. El papel de los manglares en la producción de las comunidades acuáticas de Bahía Magdalena, B.C.S. [Tesis de Doctorado]. La Paz, B.C.S.: Centro Interdisciplinario de Ciencias del Mar, I. P. N. 127 p.
- Clarke, K. R. y R. M. Warwick . 2001. Change in Marine Communities. An Approach to Statistical Analysis and Interpretation. Plymouth. UK: Primer-E, ltd.

- Comisión para la Cooperación Ambiental. 1999. Áreas Importantes para la Conservación de las Aves de América del Norte; Directorio de 150 sitios relevantes. Ambiental CAC, editor. Montreal (Québec) Canadá. 369 p.
- CONABIO, Editor. 1998. La diversidad biológica de México: Estudio de País. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 341 p.
- Conant, B., A. M. Novara y C. J. Henny. 1984. Monitoring Bald Eagle Nesting in Baja California, Mexico. *Raptor Research* 18(2): 36-37.
- Croonquist, M. J. y R. P. Brooks . 1991. Use of avian and mammalian guilds as indicators of cumulative impacts in riparian-wetlands areas. *Environmental Management* 15:701-714.
- Danemann, G. D. y R. Carmona. 1998. Distribución espaciotemporal de aves en la Salina de Guerrero Negro, Baja California Sur, México. *Ciencias Marinas* 24(4): 389-408.
- Danemann, G. D. y R. Carmona. 2000. Breeding birds of the Guerrero Negro saltworks, Baja California Sur, Mexico. *Western Birds* 31: 195-199.
- Danemann, G. D., R. Carmona y G. Fernández. 2002. Migratory shorebirds in the Guerrero Negro Saltworks, Baja California Sur, Mexico. *Wader Study Group Bulletin* 97: 36-41.
- Dangles, O. y B. Malmqvist. 2004. Species richness-decomposition relationships depend on species dominance. *Ecology Letters* 7: 395-402.
- Erickson, R. A. y S. N. G. Howell , editores. 2001. Birds of the Baja California Peninsula: Status, Distribution, and Taxonomy. Colorado Springs: American Birding Association. 261 p.
- Escofet, A. M., D. H. Loya-Salinas y J. I. Arredondo. 1988. El estero de Punta Banda (Baja California, México) como habitat de la avifauna. *Ciencias Marinas* 14(4): 73-100.
- ESRI. 2003. ArcGis 8.2. Redlands, CA: ESRI.
- Everett WT. Historic and present distribution of breeding marine birds of Baja California's Pacific coast; 1989; La Paz, BCS. p 97-105.
- Everett, W. T. y D. W. Anderson. 1991. Status and conservation of the breeding seabirds on offshore Pacific Islands of Baja California and the Gulf of California. En: Croxall JP, editor. *Seabird Status and Conservation: A Supplement*. p 115-139.
- Fernández, G., R. Carmona y H. de la Cueva. 1998. Abundance and seasonal variation of western sandpipers (*Calidris mauri*) in Baja California Sur, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 43(1): 57-61.
- Fernández-Aceves, G. J. 1993. Importancia de la marisma de Chametla, Ensenada de La Paz, B.C.S., para la migración e internación del Playerito Occidental (*Calidris mauri*) (Charadriiformes: Scolopacidae) [Tesis de licenciatura en biología marina]. La Paz, B.C.S.: Universidad Autónoma de Baja California Sur. 1-50 p.
- Garvey, J. E., D. R. Devries , R. A. Wright y J. G. Miner . 2003. Energetic Adaptations along a Broad Latitudinal Gradient: Implications for Widely Distributed Assemblages. *BioScience* 53(2): 141-150.
- Gill, F. B. 1995. *Ornithology*. New York: W. H. Freeman and Company. i-xxviii, 1-766 p.
- Gill, J. A., K. Norris y W. J. Sutherland . 2001. Why behavioral responses may not reflect the population consequences of human disturbance?. *Biological Conservation* 97: 265-268.

- Goss-Custard, J. D., R. T. Clarke, K. B. Briggs, B. J. Ens, K-M. Exo, C. Smit, A. J. Beintema, W. G. Caldow, D. C. Catt, N. A. Clark, *et al.* 1995. Populations Consequences of Winter Habitat Loss in a Migratory Shorebird. I. Estimatin Model Parameters. *Journal of Applied Ecology* 32(2): 320-336.
- Greenland, D., B. P. Hayden, J. J. Magnuson, S. V. Ollinger, R. A. Pielke, Sr. y R. C. Smith. 2003. Long-Term Research on Biosphere-Atmosphere Interactions. *BioScience* 53(1): 33-45.
- Grinnell, J. 1928. A distributional summation of the ornithology of Lower California. *Univ. of Calif. Publ. Zool.* 32: 1-300.
- Gutiérrez-Lacayo, M., A. Bacmeister, G. Martínez de Kores, G. Ortiz y J. A. Montesinos. 2003. Herramientas legales para la conservación de tierras privadas y sociales. *Pronatura, A. C.* 1-145 p.
- Guzmán, J., R. Carmona, E. Palacios y M. Bojórquez. 1994. Distribución temporal de aves acuáticas en el estero de San José del Cabo, B.C.S., México. *Ciencias Marinas* 20(1): 93-103.
- Haight, R. G., B. Cypher, P. A. Kelly, S. Phillips, H. P. Possingham, K. Ralls, A. M. Starfield, P. J. White y D. Williams. 2002. Optimizing Habitat Protection Using Demographic Models of Population Viability. *Conservation Biology* 16(5): 1386-1397.
- Hatch, J.J. y D. V. Weseloh. 1999. Double-crested Cormorant (*Phalacrocorax auritus*). En: Poole A y Gill F, editor. *The Birds of North America*. Philadelphia, PA: The Birds of North America, Inc.
- Hattori, A y S. Mae. 2001. Habitat use and diversity of waterbirds in a coastal lagoon around Lake Biwa, Japan. *Ecological Research* 16: 543-553.
- Henny, C. J., B. Conant y D. W. Anderson. 1993. Recent distribution and status of nesting bald eagle in Baja California, Mexico. *Journal of Raptor Research* 27(4): 203-209.
- Hinojosa-Huerta, O., E. Palacios, S. Guzmán, R. Bolaños, H. Iturribarria-Rojas, M. A. Guevara y A. Calvo. 2004. Status and conservation of marshbirds in northwestern Mexico. *Pronatura Noroeste, A. C.- CICESE.* 1-18 p.
- Howell, S. N. G., R. A. Erickson, R. A. Hamilton y M. A. Patten. 2001. An Annotated Checklist of the Birds of Baja California and Baja California Sur. In: Howell SNG, editor. *Birds of the Baja California Peninsula: Status, Distribution, and Taxonomy*. Colorado Springs: American Birding Association.
- Kasprzyk, M. J. y B. A. Harrington. 1989. Manual de campo para el estudio de aves playeras. *Playeras. Ensenada, B. C.: CICESE MBO.* 134 p.
- Kratz, T. K., L. A. Deegan, M. E. Harmon y W. K. Lauenroth. 2003. Ecological Variability in Space and Time: Insights Gained from the US LTER Program.
- Krebs, C. J., 1999. *Ecological Methodology*. Menlo Park: Addison Wesley Educational Publishers, Inc. 620 p.
- Krogh, S. N., M. S. Zeisset, E. Jackson y W. G. Withford. 2002. Presence/absence of a keystone species as an indicator of rangeland health. *Journal of Arid Environments* 50: 513-519.
- Kushlan, J. A., M. J. Steinkamp, K. C. Parsons, J. Capp, C. M. Acosta, M. Coulter, I. Davidson, L. Dickson, N. Edelson, Elliot R *et al.* 2002. Waterbird Conservation for the Americas: The North American Waterbird Conservation Plan, Version 1. Americas WC, editor. Washington, DC, U.S.A: Waterbird Conservation for the Americas. 78 p.

- Lance, M., S. Maxwell, F. Tsao, T. A. C. Wilkinson y P. Etnoyer. 2005. Áreas prioritarias marinas para la conservación: Baja California al mar de Bering. Comisión para la Cooperación Ambiental y Marine Conservation Biology Institute M, editor. Montreal. 136 p.
- Lankford, R. R. 1976. Coastal Lagunes of Mexico. En: Wiley, M., editor. Estuarine Processes. New York: Academic Press. p 182-215.
- León de la Luz, J. L., J. Cancino y L. Arriaga. 1991. Asociaciones Fisonómico-Florísticas y Flora. En: Ortega, A. y L. Arriaga editores. La Reserva de la Biosfera El Vizcaíno en la Península de Baja California. La Paz, B.C.S.: Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur A. C. p 145-175.
- Lewis, S., T. N. Sherratt, K. C. Hamer y S. Wanless. 2001. Evidence of intra-specific competition for food in a pelagic seabird. *Nature* 412(23 august 2001): 816-819.
- Lluch-Belda, D. 2000. Centros de Actividad biológica en la costa occidental de Baja California. En: Lluch-Belda, D., J. Elorduy-Garay, S. E. Lluch-Cota y G. Ponce-Díaz, editores: Centros de Actividad Biológica del Pacífico Mexicano (BACs): CIBNOR, S.C. p 49-64.
- Lowther, P. E., C. Celada, N. K. Klein, C. C. Rimmer y D. A. Spector. 1999. Yellow Warbler (*Dendroica petechia*). In: Poole, A., editor. The Birds of North America. Ithaca: The Birds of North America Online database.
- Magurran, E. A. 1988. Ecological Diversity and its Measurements. New Jersey: Princeton University Press. 179 p.
- Malakoff, D. 2004. New tools reveals treasures at ocean Hot Spots. *Science* 304: 1104-1105.
- Margules, C. R., R. L. Pressey y P. H. Williams. 2002. Representing biodiversity: data and procedures for identifying priority areas for conservation. *Journal of Biosciences* 27(4 Suppl. 2): 309-326.
- Massey, B.W. y E. Palacios. 1994. Avifauna of the wetlands of Baja California, México: current status. En: Johnson, N. K., editor. A Century of Avifaunal Change in Western North America: Cooper Ornithological Society. p 45-57.
- McCune, B. y J. B. Grace. 2002. Analysis of Ecological Communities. Software M, editor. Oregon: MJM Software. 300 p.
- Mellink, E. y M. John. 2005. Current status of research on the shorebirds, marsh birds, and waders of the Peninsula of Baja California. USDA Forest Service. 149-150 p.
- Milko, R., L. Dickson, E. Richard y G. Donaldson. 2003. Wings over water: Canada's waterbird conservation plan. Ottawa: Canadian Wildlife Service. 32 p.
- Morales-Bojórques, E., V. M. Gómez-Muñoz, R. Félix-Uraga y R. M. Alvarado-Castillo. 2003. Relation between recruitment, sea surface temperature, and density-independent mortality of the Pacific sardine (*Sardinops caeruleus*) off the southwest coast of the Baja California Peninsula, Mexico. *Scientia Marina* 67(1): 25-32.
- Moreno, M. L. A. y L. R. Carmona. 1988. Ecología Reproductiva de (*Fregata magnificens*) en Isla Santa Margarita, B.C.S. [Tesis de Licenciatura]. La Paz, B.C.S.: Univ. Autón. de B.C.S. 74 p.
- Nelson, E. 1922. Lower California and its Natural Resources. Nelson E, A. J., editor: National Academy of Sciences. 194 p.
- Norris, K., P. W. Atkinson y J. A. Gill. 2004. Climate change and coastal waterbird populations-past declines and future impacts. *Ibis* 146(Suppl. 1): 82-89.

- Norris, K. y D. J. Pain, editores. 2002. *Conserving Bird Biodiversity: General Principles and their Application*. Cambridge: Cambridge University Press. 337 p.
- Norris, W. R., L. M. Hemesath, D. M. Debinski y D. R. Farrar. 2003. Does Bird Community Composition Vary along a Disturbance Gradient in Northeast Iowa, USA, Forests? *Natural Areas Journal* 23: 262-273.
- Page, G. W., E. Palacios, L. Alfaro, S. González, L. Stenzel y M. Jungers. 1997. Numbers of wintering shorebirds in coastal wetlands of Baja California, Mexico. *Journal of Field Ornithology* 68(4): 562-574.
- Palacios, E., L. Alfaro y G. W. Page. 1994. Distribution and abundance of breeding snowy plovers on the Pacific coast of Baja California. *Journal of Field Ornithology* 65(4): 490-497.
- Palacios, E., A. M. Escofet y D. H. Loya-Salinas. 1991. El estero de Punta Banda, B.C., México como eslabón del "Corredor del Pacífico": abundancia de aves playeras. *Ciencias Marinas* 17(3): 109-131.
- Pereira, J. M. C. y L. Duckstein. 1993. A multiple criteria decision-making approach to GIS-based land suitability evaluation. *International Journal of Geographical Information Systems* 7(5): 407-424.
- Peresbarbosa, E. y E. Mellink. 2001. Nesting Waterbirds of Isla Montague, Northern Gulf of California, México: Loss of Eggs due to Predation and Flooding, 1993-1994. *Waterbirds* 24(2): 265-271.
- Pérez-Arteaga, A., K. J. Gaston y M. Kershaw. 2002. Undesignated sites in Mexico qualifying as wetlands of international importance. *Biological Conservation* 107: 47-57.
- Pianka, E. R. 1974. *Evolutionary Ecology*. New York: Harper & Row, Publishers. 1-356 p.
- Pomeroy, A. C. 2006. Tradeoffs between food abundance and predation danger in spatial usage of a stopover site by western sand piper, *Calidris mauri*. *Oikos* 112: 629-637.
- Pomeroy, A. C., Butler, R. W. y Ydenberg, R. C. 2006. Experimental evidences that migrants adjust usage at a stopover site to trade off food and danger. *Behavioral Ecology*: 1041-1045.
- Poole, A., R. O. Bierregaard y M. S. Martell. 2002. Osprey (*Pandion haliaetus*). In: Poole, A. y F. Gill, editores. *The Birds of North America*. Philadelphia, PA: The Birds of North America, Inc.
- Primack, R. B. 2002. *Essentials of Conservation Biology*. Massachusetts: Sinauer Associates, Inc. 698 p.
- Pronatura, A. C. 2006. Análisis de viabilidad para la aplicación de instrumentos de conservación en el Complejo Lagunar Bahía Magdalena-Almejas. Programa de Conservación de Tierras Privadas. La Paz, B.C.S: Pronatura Noroeste. 1-33 p.
- Rastetter, E. B., J. D. Aber, D. S. Ojima y I. C. Burke. 2003. Using Mechanistic Models to Scale Ecological Processes across Space and Time. *BioScience*.
- Ricklefs, R. E. 1990. *Ecology*. New York: W. H. Freeman and Company. 1-896 p.
- Ricklefs, R. E. 2003. Genetics, evolution, and ecological communities. *Ecology* 84(3): 588-591.
- Ricklefs, R. E. y D. Schluter, editores. 1993. *Species Diversity in Ecological Communities: historical and geographical perspectives*. Chicago, Il. The University of Chicago Press. 1-416 p.

- Robinson, C. J., V. Anislado y A. Lopez. 2004. The pelagic red crab (*Pleuroncodes planipes*) related to active upwelling sites in the California Current off the west coast of Baja California. *Deep-Sea Research II* 51: 753-766.
- Robinson, C. J. y S. Gómez-Aguirre. 2004. Tidal steam use by the red crab *Pleuroncodes planipes* in Bahía Magdalena, Mexico. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 308: 237-252.
- Robinson, W. D., J. D. Brawn y S. K. Robinson. 2000. Forest bird community structure in Central Panama: influence of spatial scale and biogeography. *Ecological Monographs* 70(2): 209-235.
- Rodríguez-Sánchez, R., S. Hernández-Vázquez, D. Lluch-Belda, R. Félix-Uraga, S. Ortega García, A. Villa Arce, G. Ponce-Díaz y D. B. Lluch-Cota. 1996. Pesquerías de Pelágicos Menores (Sardinas y Anchovetas). En: Casas Valdez, M. y G. Ponce-Díaz, editores. *Estudio del Potencial Pesquero y Acuícola de Baja California Sur*. La Paz, B.C.S.: Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Pesca. p 317-350.
- Rutledge, D. T., C. A. Lepczyk, J. Xie y J. Liu. 2001. Spatiotemporal Dynamics of Endangered Species Hotspots in United States. *Conservation Biology* 15(2): 475-487.
- Saad, G y E. Palacios, editores. 2004. *Planificación para la Conservación de Sitios: Complejo Lagunar de Bahía Magdalena-Almejas*, B.C.S., México. La Paz, B.C.S., México: Pronatura A.C. (Noroeste). 90 p.
- Saaty, T. 1977. A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology*(15): 234-281.
- Sanders, G. y D. Sanders. 1981. *Waterfowl and their wintering grounds in Mexico, 1937-64*. Washington, D. C., U. S. A.: U. S. Department of Interior, Fish and Wildlife Service, Resource Publication. Report 138.
- Schulze, C. H., M. Waltert, P. J. A. Kessler, P. Pitopang, D. Veddeler, M. Mühlenberg, S. R. Gradstein, C. Leuschner, I. Steffan-Dewenter, *et al.* 2004. Biodiversity indicator groups of tropical land-use systems: comparing plants, birds, and insects. *Ecological Applications* 14(5): 1321-1333.
- Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2002. Protección ambiental. Especies nativas de México de flora y fauna Silvestres. Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación DLXXXII* (4): 1-56.
- Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2003. Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003. Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar. *Diario Oficial de la Federación*: 26-47.
- Shuford, W. D. y K. C. Molina, editores. 2004. *Ecology and conservation of birds of the Salton Sink: an endangered ecosystem*. Lawrence, Kansas: Cooper Ornithological Society. 1-169 p.
- Skagen, S. K. y F. L. Knopf. 1994. Residency patterns of migrating sandpipers at a midcontinental stopover. *The Condor* 96: 949-958.
- Sutherland, W. J., I. Newton y R. E. Green. 2004. *Bird Ecology and Conservation*. Sutherland WJ, editor. Oxford: Oxford University Press. I-xvii; 1-386 p.
- Symstad, A. J. 2002. Long-Term and Large-Scale Perspectives on the Relationship between Biodiversity and Ecosystem Functioning. *BioScience*.

- Telfair, R. C. y M. L. Morrison. 2005. Neotropic Cormorant (*Phalacrocorax brasilianus*). En: Poole A, Editor. The Birds of North America Online. Ithaca: Cornell Laboratory of Ornithology.
- Turner, M. G., S. L. Collins, A. E. Lugo, J. J. Magnuson, T. S. Rupp y F. J. Swanson . 2003. Disturbance Dynamics and the Ecological Response: The Contribution of Long-Term Ecological Research. *BioScience* 53(1): 46-56.
- Turpie, J. K. 1995. Prioritizing South African estuaries for conservation: a practical example using waterbirds. *Biological Conservation* 74: 175-185.
- Weller, M. W. 1995. Use of Two Waterbird Guilds as Evaluation Tools for the Kissimmee River Restoration. *Restoration Ecology* 3(3):211-224.
- Weller, M. W. 1999. Wetland Birds: Habitat Resources and Conservation Implications. Cambridge, UK: Cambridge University Press. I-XV, 1-271 p.
- Wetlands International, editores. 2002. Waterbird Population Estimates. Third Edition ed. Wageningen, The Netherlands: H. Charlesworth & Co Ltd., Huddersfield, United Kingdom.
- Wetlands International, editores. 2006. Waterbird Population Estimates-Fourth Edition. Cuarta edición. Wageningen, The Netherlands: Wetlands International. 239 p.
- White, C. M., N. J. Clum, T. J. Cade y W. G. Hunt. 2002. Peregrine Falcon (*Falco peregrinus*). In: Poole, A, editor. The Birds of North America Online. Ithaca: Cornell Laboratory of Ornithology.
- Whitmore, R. C., R. C. Brusca, J. L. León de la Luz, P. González-Zamorano, R. A. Mendoza-Salgado, E. S. Amador Silva, G. Holgín, F. Galván-Magaña, P. A. Hastings, J-L. E. Cartron, *et al.* 2005. The ecological importance of mangroves in Baja California Sur: conservation implications for an endangered ecosystem. En: Cartron, J-L. E., G. Ceballos y R. S. Felger, editores. Biodiversity, Ecosystems, and Conservation in Northern Mexico. London: Oxford University Press. p 298-333.
- Wilbur, S. R. 1987. Birds of Baja California. Berkeley: Univ. of California Press. 253 p.
- Yoccoz, N. G., J. D. Nichols y T. Boulinier . 2001. Monitoring of biological diversity in space and time. *TRENDS in Ecology and Evolution* 16(8): 446-453.
- Zárate-Ovando, B., E. Palacios, H. Reyes-Bonilla, E. Amador y G. Saad. 2006. Waterbirds of the Lagoon Complex Magdalena Bay-Almejas, Baja California Sur, México. *Waterbirds* 29(3): 350-364.
- Zaytsev, O., R. Cervantes-Duarte, O. Montante y A. Gallegos-García. 2003. Coastal upwelling activity on the Pacific shelf of the Baja California peninsula. *Journal of Oceanography* 59: 489-502.

Anexo I

Tabla I. Longitud recorrida de litoral y riqueza acumulada por temporada y unidad de paisaje.

	N	Longitud de los segmentos (km)				Total línea de costa censada		Riqueza S
		Promedio	±	Desv. Est.	Mín.	Máx.	Total (km)	
Primavera	122	7.21	±	11.52	0.38	108	879	56
Verano	72	13.35	±	34.98	0.14	219	962	53
Otoño	68	14.49	±	22.82	0.21	141	985	70
Invierno	66	9.80	±	22.26	0.06	125	647	58
Canal Santo Domingo	136	14.97	±	33.54	0.06	219	2036	73
Bahía Magdalena	140	7.01	±	9.41	0.14	55	981	66
Bahía Almejas	52	8.77	±	9.20	0.26	32	456	52
Costa peninsular	160	14.19	±	29.36	0.14	219	2270	75
Costa insular	124	7.22	±	15.64	0.06	125	896	67
Pelágico	44	6.98	±	6.42	0.29	31	307	19
Acantilados	8	2.33	±	1.02	1.51	5	19	13
Pelágico	44	6.98	±	6.42	0.29	31	307	19
Dunas	34	8.68	±	21.07	0.12	125	295	60
Islote-Manglar	7	18.25	±	42.60	0.06	115	128	20
Manglar	134	15.83	±	31.34	0.27	219	2122	71
Manglar-marismas	10	2.25	±	1.58	0.07	4	22	32
Manglar-dunas	12	8.05	±	9.73	0.98	32	97	51
Planicie inundación	5	1.71	±	1.32	0.86	4	9	26
Playa arenosa	51	6.63	±	9.55	0.21	46	338	53
Costa rocosa	15	6.85	±	8.86	0.28	30	103	33
Vegetación terrestre	3	9.07	±	14.41	0.26	26	27	14
Sustrato antrópico	5	1.29	±	1.48	0.14	4	6	24
Sin disturbio	251	9.79	±	19.97	0.06	219	2458	76
Disturbio	62	14.56	±	33.85	0.14	203	903	64
Disturbio costa modificada	15	7.45	±	12.46	0.21	46	112	45

Tabla II. Densidad de aves acuáticas por temporada y unidad de paisaje.

Factores	N	log _e (índice Abundancia +1)			Q		Q
		Promedio ± (Desv. Est.)	Min	Max	25	Mediana	75
Primavera	121	1,82 ± 2,6	0.01	12	0.27	0.77	2.03
Verano	73	3,39 ± 3,8	0.01	16	0.56	2.36	4.88
Otoño	68	4,63 ± 5,42	0.06	29	0.31	2.13	4.96
Invierno	66	3,69 ± 5,18	0.01	31	0.77	2.7	6.38
Canal Santo Domingo	136	3,55 ± 4,78	0.01	31	0.47	1.93	4.91
Bahía Magdalena	140	2,57 ± 3,56	0.01	21	0.24	0.99	3.28
Bahía Almejas	52	3,48 ± 4,45	0.01	17	0.55	1.74	4.72
Costa Peninsular	161	3,12 ± 4,61	0.01	31	0.45	1.52	3.66
Costa Insular	123	4,01 ± 4,16	0.02	21	0.78	2.46	6.38
Pelagico	44	0,60 ± 1	0.01	5	0.1	0.23	0.54
Acantilados	8	3,24 ± 2,65	0.15	7	1.11	2.82	5.33
Pelagico	44	0,60 ± 1	0.01	5	0.1	0.23	0.54
Dunas	34	4,59 ± 4,46	0.04	16	1.44	3.05	6.62
Islotes-manglar	7	4,18 ± 5,52	0.56	15	0.6	1.21	9.07
Manglar	134	2,68 ± 4,61	0.01	31	0.34	1.17	3.04
Manglar-marismas	10	1,92 ± 2,85	0.06	9	0.17	0.71	2.85
Manglar-dunas	12	3,30 ± 2,33	0.26	7	1.6	2.44	5.48
Planicie inundación	5	4,81 ± 2,69	0.66	7	3.66	6.03	6.33
Costa rocosa	15	3,34 ± 3,55	0.02	12	1.08	3.55	6.82
Playa arenosa	51	4,70 ± 4,35	0.05	21	0.63	2.02	5
Vegetación terrestre	3	3,49 ± 5,21	0.13	10	0.13	0.85	9.5
Sustrato antrópico	5	8,49 ± 6,17	0.51	14	3.24	12	12.5
Sin disturbio	251	2,96 ± 4,10	0.01	31	0.31	1.41	4.05
Disturbio	62	3,57 ± 4,94	0.01	29	0.72	1.81	4.08
Disturbio-costa modificada	15	3,92 ± 3,85	0.24	12	0.41	3.55	7.21

Tabla III. Diversidad de aves acuáticas (Shannon H'; Log e) en las temporadas y unidades de paisaje.

Factores	N	Diversidad de Shannon H' (Log e)		Q		Q	
		Promedio ± (Desv. Est.)	Mín. Máx.	25	Mediana	75	
Primavera	121	1.27 ± 0.58	0 2.55	0.96	1.32	1.70	
Verano	73	1.35 ± 0.62	0.20 2.97	0.88	1.28	1.80	
Otoño	68	1.60 ± 0.68	0 2.81	1.12	1.69	2.13	
Invierno	66	1.38 ± 0.67	0 2.53	0.87	1.40	1.92	
Canal Santo Domingo	136	1.55 ± 0.68	0 2.97	0.97	1.54	2.08	
Bahía Magdalena	140	1.19 ± 0.53	0 2.73	0.82	1.16	1.49	
Bahía Almejas	52	1.45 ± 0.63	0 2.37	1.17	1.50	1.88	
Costa Peninsular	161	1.60 ± 0.60	0 2.81	1.26	1.63	2.07	
Costa Insular	123	1.27 ± 0.63	0 2.97	0.83	1.22	1.79	
Pelagico	44	0.85 ± 0.36	0 1.51	0.62	0.92	1.12	
Acantilados	8	0.94 ± 0.32	0.49 1.43	0.74	0.88	1.20	
Pelagico	44	0.85 ± 0.36	0 1.51	0.62	0.92	1.12	
Dunas	34	1.33 ± 0.39	0.67 1.97	0.96	1.35	1.71	
Islotes-manglar	7	0.86 ± 0.28	0.41 1.19	0.56	0.91	1.09	
Manglar	134	1.72 ± 0.61	0 2.81	1.37	1.81	2.14	
Manglar-marismas	10	0.87 ± 0.72	0 1.95	0.21	0.69	1.42	
Manglar-dunas	12	1.79 ± 0.77	0.20 2.97	1.54	2.00	2.18	
Planicie inundación	5	1.42 ± 0.72	0.71 2.44	0.75	1.57	1.60	
Costa rocosa	15	1.13 ± 0.43	0.45 1.98	0.86	1.09	1.41	
Playa arenosa	51	1.19 ± 0.53	0 2.19	0.80	1.15	1.63	
Vegetación terrestre	3	0.82 ± 0.71	0 1.28	0	1.18	1.28	
Sustrato antrópico	5	1.49 ± 0.27	1.18 1.82	1.24	1.56	1.65	
Sin disturbio	251	1.36 ± 0.63	0.00 2.97	0.93	1.32	1.88	
Disturbio	62	1.45 ± 0.63	0.00 2.81	0.98	1.47	1.91	
Disturbio-costa modificada	15	1.33 ± 0.74	0.00 2.39	0.67	1.46	1.77	

Tabla IV. Diversidad de aves acuáticas (Shannon H'; Log₁₀) en las temporadas y unidades de paisaje.

Factores	N	Diversidad de Shannon H' (Log ₁₀)		Q		Q	
		Promedio ± (Desv. Est.)	Mín. Máx.	25	Mediana	75	
Primavera	121	0.55 ± 0.25	0	2.55	0.96	1.32	1.70
Verano	73	0.58 ± 0.27	0.09	2.97	0.88	1.28	1.80
Otoño	68	0.69 ± 0.29	0	2.81	1.12	1.69	2.13
Invierno	66	0.60 ± 0.29	0	2.53	0.87	1.40	1.92
Canal Santo Domingo	136	0.67 ± 0.30	0	2.97	0.97	1.54	2.08
Bahía Magdalena	140	0.51 ± 0.23	0	2.73	0.82	1.16	1.49
Bahía Almejas	52	0.63 ± 0.27	0	2.37	1.17	1.50	1.88
Costa Peninsular	161	0.70 ± 0.26	0	2.81	1.26	1.63	2.07
Costa Insular	123	0.55 ± 0.27	0	2.97	0.83	1.22	1.79
Pelagico	44	0.37 ± 0.16	0	1.51	0.62	0.92	1.12
Acantilados	8	0.41 ± 0.14	0.21	0.62	0.32	0.38	0.52
Pelagico	44	0.37 ± 0.16	0	0.65	0.27	0.40	0.49
Dunas	34	0.58 ± 0.17	0.29	0.85	0.42	0.59	0.74
Islotes-manglar	7	0.37 ± 0.12	0.18	0.52	0.24	0.39	0.47
Manglar	134	0.75 ± 0.26	0	1.22	0.60	0.79	0.93
Manglar-marismas	10	0.38 ± 0.31	0	0.85	0.09	0.30	0.62
Manglar-dunas	12	0.78 ± 0.33	0.09	1.29	0.67	0.87	0.94
Planicie inundación	5	0.61 ± 0.31	0.31	1.06	0.32	0.68	0.70
Costa rocosa	15	0.49 ± 0.19	0.20	0.86	0.37	0.47	0.61
Playa arenosa	51	0.52 ± 0.23	0	0.95	0.34	0.50	0.71
Vegetación terrestre	3	0.36 ± 0.31	0	0.56	0	0.51	0.56
Sustrato antrópico	5	0.65 ± 0.12	0.51	0.79	0.54	0.68	0.72
Sin disturbio	251	0.59 ± 0.63	0.00	1.29	0.40	0.57	0.82
Disturbio	62	0.63 ± 0.27	0.00	1.22	0.43	0.64	0.83
Disturbio-costa modificada	15	0.58 ± 0.32	0.00	1.04	0.29	0.63	0.77

Tabla V. Diversidad de aves acuáticas (Shannon H'; Log₂) en las temporadas y unidades de paisaje.

Factores	N	Diversidad de Shannon H' (Log ₂)		Q		Q	
		Promedio ± (Desv. Est.)	Mín. Máx.	25	Mediana	75	
Primavera	121	1.84 ± 0.83	0 3.68	1.38	1.32	2.46	
Verano	73	1.94 ± 0.89	0.29 4.30	1.27	1.28	2.60	
Otoño	68	2.30 ± 0.98	0 4.05	1.62	1.69	3.07	
Invierno	66	1.99 ± 0.96	0 3.64	1.26	1.40	2.77	
Canal Santo Domingo	136	2.23 ± 0.98	0 4.28	1.40	1.54	3.00	
Bahía Magdalena	140	1.71 ± 0.77	0 3.93	1.18	1.16	2.15	
Bahía Almejas	52	2.09 ± 0.91	0 3.41	1.69	1.50	2.72	
Costa Peninsular	161	2.31 ± 0.86	0 4.05	1.81	1.63	2.99	
Costa Insular	123	1.83 ± 0.90	0 4.28	1.19	1.22	2.58	
Pelagico	44	1.23 ± 0.52	0 2.17	0.89	0.92	1.62	
Acantilados	8	1.36 ± 0.47	0.71 2.07	1.06	1.27	1.73	
Pelagico	44	1.23 ± 0.52	0 2.17	0.89	1.32	1.62	
Dunas	34	1.91 ± 0.56	0.96 2.83	1.38	1.95	2.47	
Islotes-manglar	7	1.24 ± 0.41	0.59 1.72	0.80	1.31	1.58	
Manglar	134	2.45 ± 0.87	0 4.05	1.98	2.62	3.08	
Manglar-marismas	10	1.25 ± 1.04	0 2.82	0.30	1.00	2.05	
Manglar-dunas	12	2.59 ± 1.10	0.29 4.28	2.22	2.88	3.14	
Planicie inundación	5	2.04 ± 1.03	1.03 3.52	1.08	2.26	2.31	
Costa rocosa	15	1.63 ± 0.62	0.65 2.86	1.23	1.58	2.04	
Playa arenosa	51	1.71 ± 0.77	0.00 3.16	1.15	1.66	2.35	
Vegetación terrestre	3	1.18 ± 1.03	0 1.85	0	1.70	1.85	
Sustrato antrópico	5	2.15 ± 0.39	1.71 2.63	1.79	2.25	2.39	
Sin disturbio	251	1.96 ± 0.91	0.00 4.28	1.34	1.90	2.71	
Disturbio	62	2.09 ± 0.90	0.00 4.05	1.42	2.13	2.75	
Disturbio-costa modificada	15	1.92 ± 0.07	0.00 3.45	0.96	2.10	2.56	

Tabla VI. Equidad de aves acuáticas por temporada y unidad de paisaje.

Factores	N	Equidad J'			Q		Q
		Promedio \pm (Desv. Est.)	Min	Max	25	Mediana	75
Primavera	116	0,68 \pm 0,22	0.15	1.00	0.51	0.72	0.84
Verano	73	0,62 \pm 0,20	0.14	1.00	0.49	0.63	0.75
Otoño	67	0,63 \pm 0,17	0.15	1.00	0.55	0.69	0.79
Invierno	64	0,63 \pm 0,21	0.08	1.00	0.51	0.62	0.82
Canal Santo Domingo	136	0,65 \pm 0,21	0.02	1.00	0.47	0.66	0.82
Bahía Magdalena	140	0,66 \pm 0,21	0.01	1.00	0.24	0.68	0.83
Bahía Almejas	52	0,65 \pm 0,15	0.03	0.92	0.55	0.70	0.74
Costa Insular	119	0,61 \pm 0,20	0.10	1	0.45	0.61	0.79
Costa Peninsular	158	0,67 \pm 0,18	0.08	1	0.55	0.69	0.79
Pelagico	43	0,71 \pm 0,251	0.14	1	0.58	0.77	0.88
Acantilados	8	0,58 \pm 0,25	0.27	1	0.39	0.50	0.82
Pelagico	44	0,71 \pm 0,14	0.14	1	0.58	0.77	0.87
Dunas	34	0,57 \pm 0,18	0.32	0.95	0.39	0.58	0.66
Islotes-manglar	7	0,50 \pm 0,16	0.25	0.79	0.37	0.50	0.56
Manglar	134	0,70 \pm 0,25	0.08	1	0.60	0.75	0.82
Manglar-marismas	10	0,73 \pm 0,25	0.30	1	0.55	0.76	0.96
Manglar-dunas	12	0,61 \pm 0,24	0.11	0.88	0.50	0.67	0.76
Planicie inundación	5	0,59 \pm 0,19	0.42	0.88	0.44	0.52	0.70
Playa arenosa	15	0,57 \pm 0,18	0.10	0.91	0.45	0.60	0.71
Costa rocosa	15	0,61 \pm 0,23	0.23	0.96	0.52	0.62	0.72
Vegetación terrestre	3	0,51 \pm 0,45	0.45	0.59	0.45	0.51	0.58
Sustrato antrópico	5	0,69 \pm 0,12	0.61	0.90	0.63	0.65	0.66
Sin disturbio	245	0,66 \pm 0,20	0.08	1	0.51	0.69	0.82
Disturbio	61	0,63 \pm 0,21	0.10	1	0.48	0.65	0.79
Disturbio-costa modificada	14	0,60 \pm 0,23	0.17	0.93	0.38	0.61	0.78

Estadísticos descriptivos de la densidad de los gremios por temporada y unidad de paisaje (Tablas VII-XIII).

Tablas VII. Pelecánidos.

Estadísticos descriptivos de los gremios						
Factores	N	Pelecánidos		Q	Mediana	Q
		Min	Max	25		75
Primavera	110	0.12	23.48	0.20	0.45	0.97
Verano	72	0.11	212.63	0.30	0.82	4.50
Otoño	65	0.11	2186.16	0.26	0.46	1.70
Invierno	58	0.14	171.19	0.41	0.93	4.38
Canal Santo Domingo	121	0.12	159.0	0.32	0.65	2.70
Bahía Magdalena	137	0.11	2186.16	0.19	0.46	1.22
Bahía Almejas	47	0.13	182.60	0.30	0.66	3.22
Costa Peninsular	153	0.12	212.63	0.24	0.45	1.39
Costa Insular	108	0.12	2186.16	0.40	1.28	6.50
Pelagico	44	0.11	24.30	0.18	0.38	0.66
Acantilados	8	0.24	36.39	0.34	2.60	6.16
Pelagico	44	0.11	24.30	0.18	0.38	0.66
Dunas	33	0.11	182.60	0.52	1.85	5.92
Islotes-manglar	7	0.17	159.0	0.49	1.79	32.69
Manglar	125	0.12	69.48	0.25	0.44	1.19
Manglar-marismas	4	0.15	0.57	0.26	0.44	0.54
Manglar-dunas	12	0.17	82.87	0.46	0.87	2.30
Planicie inundación	4	0.14	2.86	0.20	1.49	2.79
Playa arenosa	46	0.12	2186.16	0.20	1.25	4.46
Costa rocosa	15	0.14	15.36	0.18	0.64	6.85
Vegetación terrestre	2	0.82	13.69	0.82	7.25	13.69
Sustrato antrópico	5	0.16	59.74	0.25	12.48	35.22
Sin disturbio	234	0.11	2186.16	0.25	0.55	1.87
Disturbio	58	0.12	82.87	0.21	0.68	4.36
Disturbio-costa modificada	13	0.13	12.48	0.23	0.49	1.29

Tabla VIII. Playeros.

Estadísticos descriptivos de los gremios						
Factores	N	Playeros		Q	Mediana	Q
		Min	Max	25		75
Primavera	73	0.12	19.97	0.23	0.63	1.29
Verano	51	0.12	25.70	0.41	0.79	2.56
Otoño	49	0.12	41.54	0.53	1.16	4.78
Invierno	42	0.15	165.56	0.75	1.84	11.86
Canal Santo Domingo	102	0.12	165.56	0.44	0.99	4.84
Bahía Magdalena	75	0.12	23.81	0.36	0.81	1.78
Bahía Almejas	38	0.12	41.12	0.22	0.72	2.45
Costa Peninsular	130	0.12	165.56	0.35	0.85	2.68
Costa Insular	84	0.12	83.42	0.38	0.97	3.18
Pelagico	1	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44
Acantilados						
Pelagico	1	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44
Dunas	30	0.18	83.42	0.54	1.11	3.47
Islotes-manglar	2	0.34	0.91	0.34	0.63	0.91
Manglar	99	0.12	165.56	0.33	0.66	1.67
Manglar-marismas	8	0.15	16.40	0.59	1.02	3.73
Manglar-dunas	10	0.13	11.46	0.23	0.78	1.38
Planicie inundación	5	0.67	28.29	1.74	1.87	14.49
Playa arenosa	45	0.12	19.97	0.53	1.48	6.46
Costa rocosa	10	0.18	5.44	0.31	0.48	1.32
Vegetación terrestre	2	0.79	2.28	0.79	1.54	2.28
Sustrato antrópico	3	3.48	7.76	3.48	4.17	7.76
Sin disturbio	160	0.12	83.42	0.38	0.90	2.60
Disturbio	44	0.15	165.56	0.32	0.66	3.16
Disturbio-costa modificada	11	0.12	23.81	0.30	0.87	7.76

Tabla XIX. Láridos

Factores	N	Láridos		Q	Mediana	Q
		Min	Max	25		75
Primavera	82	0.12	61.48	0.20	0.50	0.93
Verano	60	0.12	26.12	0.34	0.83	2.57
Otoño	54	0.13	44.60	0.24	0.49	1.66
Invierno	48	0.11	21.66	0.33	0.51	1.64
Canal Santo Domingo	105	0.11	44.60	0.23	0.44	0.94
Bahía Magdalena	99	0.12	61.48	0.32	0.63	2.35
Bahía Almejas	40	0.12	26.12	0.23	0.75	2.74
Costa Peninsular	122	0.12	27.42	0.26	0.54	0.96
Costa Insular	101	0.11	61.48	0.26	0.76	2.66
Pelagico	21	0.13	6.96	0.22	0.34	0.55
Acantilados	7	0.32	33.28	0.63	1.25	2.98
Pelagico	21	0.13	6.96	0.22	0.34	0.55
Dunas	33	0.13	26.12	0.47	0.69	2.41
Islotes-manglar	3	0.21	2.00	0.21	1.34	2.00
Manglar	99	0.11	17.27	0.22	0.39	0.72
Manglar-marismas	3	0.25	2.25	0.25	0.26	2.25
Manglar-dunas	10	0.15	1.41	0.19	0.33	0.84
Planicie inundación	4	0.35	1.46	0.39	0.43	0.95
Playa arenosa	45	0.14	52.89	0.54	1.50	3.46
Costa rocosa	12	0.38	61.48	0.90	1.84	4.96
Vegetación terrestre	2	0.16	18.94	0.16	9.55	18.94
Sustrato antrópico	5	0.15	24.18	0.31	11.34	21.66
Sin disturbio	181	0.11	61.48	0.25	0.54	1.64
Disturbio	51	0.13	33.28	0.26	0.56	1.25
Disturbio-costa modificada	12	0.14	44.60	0.28	0.54	2.47

Tabla X. Aves zancudas

Factores	N	Aves zancudas		Q	Mediana	Q
		Min	Max	25		75
Primavera	84	0.11	1.98	0.20	0.38	0.71
Verano	53	0.11	3.19	0.17	0.31	0.54
Otoño	49	0.12	2.85	0.22	0.42	0.69
Invierno	53	0.13	14.00	0.25	0.45	0.78
Canal Santo Domingo	118	0.12	14.00	0.21	0.38	0.71
Bahía Magdalena	75	0.11	3.19	0.20	0.41	0.71
Bahía Almejas	46	0.11	6.76	0.17	0.41	0.60
Costa Peninsular	144	0.11	8.57	0.19	0.40	0.65
Costa Insular	94	0.11	14.00	0.23	0.37	0.67
Pelagico	1	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78
Acantilados	3	0.13	3.19	0.13	0.50	3.19
Pelagico	1	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78
Dunas	28	0.11	0.93	0.21	0.30	0.47
Islotes-manglar	7	0.14	14.00	0.20	0.42	3.65
Manglar	128	0.11	8.57	0.21	0.42	0.71
Manglar-marismas	5	0.27	0.85	0.34	0.51	0.62
Manglar-dunas	12	0.14	1.65	0.18	0.36	0.50
Planicie inundación	4	0.15	2.75	0.49	1.56	2.52
Playa arenosa	35	0.12	1.36	0.18	0.32	0.58
Costa rocosa	10	0.18	0.92	0.22	0.27	0.42
Vegetación terrestre	2	0.16	1.37	0.16	0.77	1.37
Sustrato antrópico	4	0.42	2.17	0.47	0.54	1.37
Sin disturbio	174	0.11	14.00	0.22	0.41	0.75
Disturbio	52	0.12	8.57	0.15	0.36	0.52
Disturbio-costa modificada	13	0.14	0.86	0.22	0.27	0.58

Tabla XI. Aves terrestres

Estadísticos descriptivos de los gremios						
Factores	N	Terrestres		Q	Mediana	Q
		Min	Max	25		75
Primavera	58	0.11	0.93	0.16	0.31	0.55
Verano	42	0.12	0.96	0.19	0.29	0.57
Otoño	46	0.11	0.86	0.19	0.34	0.51
Invierno	36	0.12	1.13	0.23	0.37	0.72
Canal Santo Domingo	94	0.12	1.13	0.21	0.37	0.55
Bahía Magdalena	54	0.11	0.96	0.19	0.28	0.62
Bahía Almejas	34	0.11	0.91	0.14	0.28	0.44
Costa Peninsular	112	0.11	1.13	0.19	0.33	0.54
Costa Insular	69	0.12	1.00	0.19	0.33	0.59
Pelagico	1	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
Acantilados	5	0.19	0.75	0.34	0.40	0.63
Pelagico	1	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
Dunas	21	0.14	1.00	0.26	0.49	0.59
Islotes-manglar	1	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52
Manglar	104	0.11	1.13	0.19	0.34	0.55
Manglar-marismas	2	0.15	0.29	0.15	0.22	0.29
Manglar-dunas	10	0.12	0.78	0.18	0.38	0.49
Planicie inundación	2	0.30	0.43	0.30	0.37	0.43
Playa arenosa	21	0.12	0.91	0.18	0.28	0.58
Costa rocosa	8	0.16	0.92	0.19	0.24	0.47
Vegetación terrestre	3	0.14	0.35	0.14	0.23	0.35
Sustrato antrópico	4	0.11	0.44	0.12	0.13	0.29
Sin disturbio	134	0.11	0.96	0.19	0.32	0.49
Disturbio	41	0.12	1.13	0.22	0.42	0.64
Disturbio-costa modificada	7	0.12	0.94	0.14	0.24	0.58

Tabla XII. Anátidos

Estadísticos descriptivos de los gremios						
Factores	N	Anátidos		Q	Mediana	Q
		Min	Max	25		75
Primavera	2	0.77	0.88	0.77	0.82	0.87
Verano	0					
Otoño	19	0.17	37.54	0.60	1.54	2.86
Invierno	26	0.12	29.77	0.28	0.66	2.59
Canal Santo Domingo	40	0.12	37.54	0.29	0.86	3.27
Bahía Magdalena	5	0.62	2.30	0.87	1.61	2.18
Bahía Almejas	2	0.60	0.77	0.60	0.68	0.77
Costa Peninsular	28	0.14	37.54	0.47	0.91	2.51
Costa Insular	18	0.12	15.25	0.29	0.79	3.77
Pelagico	1	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18
Acantilados	0					
Pelagico	1	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18
Dunas	8	0.14	14.81	0.28	0.72	4.20
Islotes-manglar	1	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62
Manglar	30	0.12	37.54	0.28	0.91	2.86
Manglar-marismas	0					
Manglar-dunas	4	0.77	15.25	0.98	1.76	8.79
Planicie inundación	2	0.35	0.39	0.35	0.37	0.39
Playa arenosa	0					
Costa rocosa	1	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87
Vegetación terrestre	0					
Sustrato antrópico	0					
Sin disturbio	30	0.12	37.54	0.29	0.77	2.12
Disturbio	14	0.26	29.77	0.77	2.65	7.81
Disturbio-costa modificada	3	0.24	6.53	0.24	0.55	6.53

Tabla XIII. Buceadoras

Estadísticos descriptivos de los gremios							
Factores	N	Buceadoras		Q	Mediana	Q	
		Min	Max	25		75	
Primavera	17	0.12	14.26	0.33	0.67	1.14	
Verano	1	0.80	0.80	0.79	0.79	0.79	
Otoño	15	0.15	1.00	0.18	0.27	0.45	
Invierno	18	0.13	2.16	0.22	0.44	0.90	
Canal Santo Domingo	29	0.13	1.35	0.19	0.31	0.60	
Bahía Magdalena	18	0.12	14.26	0.32	0.57	1.14	
Bahía Almejas	4	0.25	2.16	0.45	0.80	1.55	
Costa Peninsular	26	0.13	2.16	0.19	0.38	0.64	
Costa Insular	18	0.12	1.77	0.23	0.37	0.85	
Pelagico	7	0.22	14.26	0.22	0.84	2.98	
Acantilados	1	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	
Pelágico	7	0.22	14.26	0.22	0.84	2.98	
Dunas	4	0.34	1.35	0.65	1.05	1.25	
Islote-Manglar	0						
Manglar	28	0.13	2.16	0.20	0.42	0.66	
Manglar-marismas	0						
Manglar-dunas	4	0.18	0.66	0.21	0.26	0.48	
Planicie inundación	0						
Playa arenosa	5	0.12	1.77	0.15	0.42	0.99	
Costa rocosa	2	0.14	0.33	0.14	0.23	0.33	
Vegetación terrestre	0						
Sustrato antrópico	0						
Sin disturbio	34	0.12	14.26	0.22	0.41	0.80	
Disturbio	15	0.13	2.51	0.19	0.45	1.35	
Disturbio-costa modificada	2	0.18	0.55	0.18	0.37	0.55	

19 taxa que concurren temporalmente en el CLBM-A que categoría de conservación porque en la mayoría su población regional o continental está en declive (DEC) o fluctúa (FLU). Estas taxa fueron considerados en la selección de sitios para la conservación de las aves acuáticas del CLBM-A.

Nombre en inglés	Nombre científico	Wetlands, 2002 ¹ población, especie o subespecie	Audubon ⁴ Listas Roja Amarilla	NAWPC v.1. ¹	WOW ²	Categorías prioritarias de conservación según fuente N/A WATERFOWL ³ SHOREBIRDS ⁴	Wetlands 2002 Y 2006 ^{1,6}		CLBM-A ¹⁰		Wetlands 2002 y 2006 ^{1,6} Pobl. Global/Regional
							Estimada	Global/regional	Abundancia local	% de Pobl global	
1 Common Loon	<i>Gavia immer</i>	North America			Moderate Concern		575,000	654,000.00	22,600	0.0	ST A/DEC
2 Western Grebe	<i>Aechmophorus occidentalis</i>	ephemerals			Moderate Concern		>120000	120,000.00	80,000	0.1	DEC
3 Brandt's Cormorant	<i>Phalacrocorax penicillatus</i>	W North America			Highly Concern		227,000	227,000	13196	5.8	DEC
4 Little Blue Heron	<i>Egretta caerulea</i> *	North America			Highly Concern		225,000-300,000	300,000	292	0.1	DEC
5 Lesser Scaup	<i>Aythya affinis</i>	N & C America			DEC		2,994,000	2,950,000	1919	0.1	DEC
6 Red-breasted Merganser	<i>Mergus serrator</i>	North America					249,000	249,000	619	0.2	DEC
7 Clapper Rail	<i>Rallus longirostris</i> * P, A, Pr ⁷	Ivripes					970-1,170	1,170	26	2.2	DEC
8 Black-bellied Plover	<i>Ploveris squatarola</i>	Alaska (br)					50,000	50,000	1220	2.4	DEC
9 Snowy Plover	<i>Charadrius alexandrinus</i>	stivous, Pacific			Highly Concern		2,000	2,500	62	2.5	DEC
10 Lesser Yellowlegs	<i>Tringa flavipes</i>	Americas					300,000-800,000	400,000	98	0.0	DEC
11 Long-billed Outlew	<i>Numenius americanus</i> *	americanus			Moderate Concern		13,500	13,000	135	1.0	DEC
12 Marbled Godwit	<i>Limosa fedoa</i>	fedoa, SC Canada & NC US.					200,000	200,000	20212	10.1	DEC
13 Sanderling	<i>Callidris alba</i>	fedoa, James Bay					1,000-2,000	1,500		0.0	
14 Western Sandpiper	<i>Callidris mauri</i>	Nearctic and Neotropics (non-br)					300,000	300,000	1389	0.5	DEC
15 Dunlin	<i>Callidris alpina</i>	Alaska, Chukotsky (br)					3,500,000	3,500,000	10328	0.3	DEC ⁷
16 Heermann's Gull	<i>Larus heermanni</i> Pr. ^{7,8}	pacifica					500,000-600,000	550,000.00	918	0.2	DEC
17 Herring Gull	<i>Larus argentatus</i>	Pacific N America			Moderate Concern		525,000	525,000.00	4872	0.9	FLU
18 Elegant Tern	<i>Sterna elegans</i> Pr. ^{7,8}	antifionianus			Moderate Concern		370,000	370,000.00	80	0.0	DEC
19 Black Tern	<i>Chlidonias niger</i>	Pacific N America					51,000-90,000	90,000.00	1541	1.7	FLU
		surinamensis			Highly Concern		150,000-750,000	750,000.00	2	0.0	DEC

*Kushlin, J. A., J. A., M. J. Steinkamp, K. C. Parsons, J. Capp, M. Acosta, M. Coeller, L. Davidson, L. Dickson, N. Edelson, B. Elliot, R. M. Erwin, S. Hatch, S. Kress, R. Milko, S. Miller, K. Mills, R. Paul, R. Phillips, J. E. Saliva, B. J. Sydeman, J. Trapp, J. Wheeler, and K. Wohl. 2002. Waterbird Conservation for the Americas: The North American Waterbird Conservation Plan, Version 1. Waterbird Conservation for the Americas. Washington, DC, U.S.A.: 78p

¹Milko, R., L. Dickson, E. Richard and G. Donaldson. 2003. Wings over water: Canada's waterbird conservation plan. Canadian Wildlife Service. Environment Canada, Ottawa. 32 p.

²North American Waterfowl Management Plan, Plan Committee. 2004. North American Waterfowl Management Plan 2004. Strategic Guidance: Strengthening the Biological Foundation. Canadian Wildlife Service, U.S. Fish and Wildlife Service, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 22 pp.

³Brown, S., C. Hickey, B. Harrington, and R. Gill, eds. 2001. The U.S. Shorebird Conservation Plan, 2nd ed. Manomet Center for Conservation Sciences, Manomet, MA. 64 p.

⁴Wetlands International. 2002. Waterbird Population Estimates - Third Edition. Wetlands International Global Series No. 12, Wageningen, The Netherlands

⁵Wetlands International. 2006. Waterbird Population Estimates - Fourth Edition. Wetlands International Global Series No. 12, Wageningen, The Netherlands

⁶Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2002. Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación DLXXXVII. <http://www.audubon.org/bird/waterbird/index.html>

⁷TUCN 2006. 2006 IUCN Red List of Threatened Species. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 21 March 2007

⁸Zarate-Ovando B., Palacios E., Reyes-Bonilla H., Amador E. y Saad G. 2006. Waterbirds of the Lagoon Complex Magdalena Bay-Almejas, Baja California Sur, Mexico. Waterbirds 29(3):350-364.

Pesos de los criterios calculados por AHP (Analytical Hierarchy Process, Saaty 1977),

AHP	Criterios
W	
0.341	Especies Reproductivas o Anidantes
0.171	Especies en Peligro de extinción, P
0.114	Especies Amenazadas, A
0.078	Especies en Protección, Pr
0.068	Especies que están cerca de estar amenazadas (NT)*
0.057	Riqueza, S
0.049	Especies especificidad/habitat
0.043	Densidad
0.042	Especies en declive, 1% población
0.039	Especies en declive

* IUCN 2006. 2006 IUCN Red List of Threatened Species.

<www.iucnredlist.org>. Especies que están cerca de estar amenazadas (NT)

Tablas a) Con los valores de cada criterio según el habitats

b) Tablas de los valores de aptitud de cada habitat evaluados con base en los pesos obtenidos por AHP

	Especies									
	1	2	3	4	5	7	9	10	6	8
	Anidantes	En peligro	Amenazadas	Protección	En la lista roja * NT	Especificidad de habitat	En declive CLBM-A 1% pobl.	En declive	Riqueza	Densidad
Acantilados	7	1	0	2	1	0	2	2	14	12.15
Dunas	22	3	2	5	2	1	7	18	60	23.79
Islotes Mangle	12	0	1	2	1	0	2	5	20	35.39
Manglar	22	3	2	5	2	6	7	19	71	7.80
Manglar-marismas	14	1	0	5	2	1	4	8	32	3.97
Manglar-dunas	21	2	1	5	2	0	5	14	51	12.59
Pelágico	5	0	1	2	1	0	3	4	16	1.59
Planicie de Inundación	11	0	1	2	1	0	2	6	26	12.17
Playa arenosa	20	1	0	5	2	1	6	13	53	64.06
Costa Rocosa	12	1	1	4	2	1	5	9	33	10.66
Vegetación Terrestre	7	1	0	2	1	0	4	4	14	12.57
Sustrato Antrópico	14	1	0	3	1	0	4	6	27	36.85
Min	5	0	0	2	1	0	2	2	14	1.59
Max	22	3	2	5	2	6	7	19	71	64.06

* IUCN 2006. 2006 IUCN Red List of Threatened Species. <www.iucnredlist.org>. Especies que están cerca de estar amenazadas (NT)

	Especies										
	1	2	3	4	5	7	9	10	6	8	
	Anidantes	En peligro	Amenazadas	Protección	En la lista roja NT	Especificidad de habitat	En declive CLBM-A 1% pobl.	En declive	Riqueza	Densidad	Aptitud
Acantilados	0.12	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.18
Dunas	1.00	0.17	0.11	0.08	0.07	0.01	0.04	0.04	0.05	0.02	1.58
Islotes Manglar	0.41	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.50
Manglar	1.00	0.17	0.11	0.08	0.07	0.05	0.04	0.04	0.06	0.00	1.62
Manglar-marismas	0.53	0.06	0.00	0.08	0.07	0.01	0.02	0.01	0.02	0.00	0.79
Manglar-dunas	0.94	0.11	0.06	0.08	0.07	0.00	0.03	0.03	0.04	0.01	1.35
Pelágico	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.07
Planicie de inundación	0.35	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.44
Playa arenosa	0.88	0.06	0.00	0.08	0.07	0.01	0.03	0.02	0.04	0.04	1.23
Costa rocosa	0.41	0.06	0.06	0.05	0.07	0.01	0.03	0.02	0.02	0.01	0.72
Vegetación terrestre	0.12	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.20
Sustrato antrópico	0.53	0.06	0.00	0.03	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.02	0.68