



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

**FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES OCEANOLÓGICAS**

**DINÁMICA POBLACIONAL Y USO DE HÁBITAT DE LAS AVES
PLAYERAS EN LA ENSENADA DE LA PAZ, COMO
COMPONENTE DEL CORREDOR MIGRATORIO DEL PACÍFICO**

T E S I S

**QUE PARA CUBRIR PARCIALMENTE LOS REQUISITOS NECESARIOS PARA
OBTENER EL GRADO DE**

DOCTOR EN CIENCIAS EN OCEANOGRAFÍA COSTERA

PRESENTA

LEANDRO ROBERTO CARMONA PIÑA

ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO. DICIEMBRE DE 2007

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES OCEANOLÓGICAS
POSGRADO EN OCEANOGRAFÍA COSTERA

DINÁMICA POBLACIONAL Y USO DE HÁBITAT DE LAS
AVES PLAYERAS EN LA ENSENADA DE LA PAZ, COMO
COMPONENTE DEL CORREDOR MIGRATORIO DEL PACÍFICO

TESIS

QUE PARA CUBRIR PARCIALMENTE LOS REQUISITOS NECESARIOS
PARA OBTENER EL GRADO DE

DOCTOR EN CIENCIAS

PRESENTA

LEANDRO ROBERTO CARMONA PIÑA

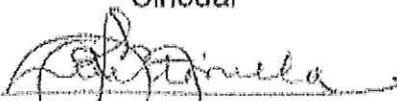
Aprobada por:



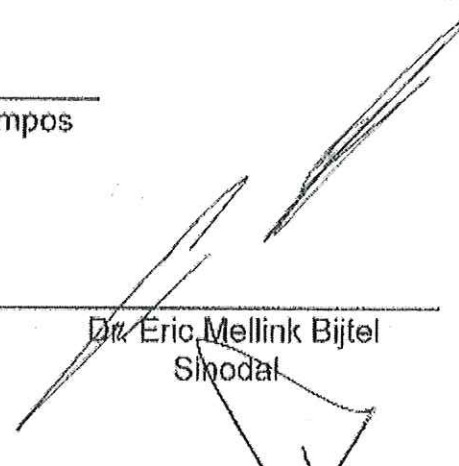
Dr. Gorgonio Ruiz Campos
Director de tesis



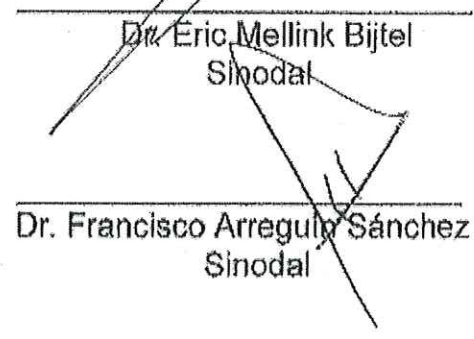
Dr. Francisco Correa Sandoval
Sinodal



Dr. Ana Luz Quintanilla Montoya
Sinodal



Dr. Eric Mellink Bijtel
Sinodal



Dr. Francisco Arreguío Sánchez
Sinodal

DEDICATORIA

En primera instancia dedico este trabajo a la memoria de un excelso panadero, buen amigo y mejor padre, Don **Roberto Carmona García†**, dondequiera que estés, gracias por todo veterano;

a **Doña María del Carmen Piña de Carmona**, créelo jefa, si hubiera podido escoger, te habría elegido a ti y a Don Roberto para ser mis padres;

a mis queridos y siempre unidos hermanos: **Gaby** (la hermana), **David** (adelante carnal) y los soldados **Rubén y Rodrigo** (firmes...);

a mi añorada familia paceña, los Mayoral Cota: **Jesús†** y **Lupita†** y sus hijos: **Eduardo, Gabriel, Mónica, Luis y María**, no saben cuanto aprecio y agradezco el apoyo y cariño brindado;

a mis hijos "grandes": **Itzel del Carmen y Roberto**, hijos míos representan la aventura más gratificante que he vivido;

a **Mónica Georgina Rivera**, mi querida esposa, vieja...lo único que puedo decirte es, gracias por estar a mi lado;

a mi hijo "pequeño" **David Ismael**, una nueva e imprescindible luz en mi vida;

a mis maestros que se nos adelantaron: **Samuel Rueda Fernández†** y **Jon Elorduy Garay†**, un maestro no tiene idea hasta donde influye en sus estudiantes;

por último y so pena de poca originalidad, dedico este trabajo a mis **estudiantes**: pasados, presentes y futuros.

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia agradezco a todas las personas que colaboraron en la toma de datos de campo requerida para realizar este trabajo, muchos de ellos tesisistas del Programa de Aves de la Universidad Autónoma de Baja California Sur. Tendré que confiar en mi memoria: Georgina Brabata, Cinthya Carmona, Patricia Serrano, Efrén Hernández, Arturo George, José Alfredo Castillo, Alfredo Jiménez, Enrique Lozano, Margarita Zamora, Daniel Galindo, Rosalba Vázquez, Israel Martínez, Rita López, Andrea Cuéllar, Alejandro Franco, Manolo Álvarez y Luis Sauma, gracias por todos los buenos momentos pasados en campo.

Al personal de la planta de tratamiento de aguas residuales de La Paz, en especial a su encargada Abigail Solano, por permitirnos el acceso irrestricto a las lagunas de oxidación.

A las autoridades de mi institución, la Universidad Autónoma de Baja California Sur, que en diferentes tiempos y con diversas acciones facilitaron la realización de este trabajo, en especial a: Jorge Alberto Vale, Publio Romero, Jorge García Pámanes y Miguel Ángel Ojeda.

Parte de esta tesis fue realizada gracias a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), mediante el apoyo al proyecto "Riqueza específica, distribución y abundancia de aves acuáticas en la Ensenada de La Paz, Baja California Sur, México".

Un especial agradecimiento merecen "mis ángeles computacionales", por todas las veces que las molesté, dada mi incompetencia casi patológica respecto al uso de la paquetería: Georgina Brabata, Andrea Cuéllar y Rosalba Vázquez.

A Rosalba Vázquez, por su invaluable ayuda en la edición final del trabajo presente, amén de su paciencia y profesionalismo.

Al CONACYT por el apoyo económico brindado (beca No. 162764) y pese a todo, a PROMEP por el mismo motivo (UABCS-93).

Mi llegada y estancia a la Ciudad de Ensenada fueron gratamente facilitadas por mi gran amigo y compadre Gustavo Danemann y su bella esposa Ivón Soto, mil gracias. Los grandes amigos son los hermanos que la vida te permite escoger.

Ya en el doctorado, quiero agradecer en primera instancia al personal responsable del posgrado, por su apoyo, paciencia y regaños bien merecidos, a: Eduardo Santamaría, Irma Soria y a la siempre amable y guapa paisana Angélica Arce.

A mis maestros de los cursos doctorales, por sus gratas enseñanzas, además dichos cursos permitieron probarme que aún sirvo para aprender de forma escolástica: Francisco Correa, Ana Luz Quintanilla, Antonio Trujillo y José Antonio Zertuche.

A mi comité revisor por sus atinados comentarios, su paciencia y apoyo: Gorgonio Ruiz Campos, Francisco Correa Sandoval, Ana Luz Quintanilla Montoya, Eric Mellink y Francisco Arreguín Sánchez, gracias maestros por, al menos en mi caso, desmitificar la parte litúrgica referente a la obtención del grado.

No hay palabras para agradecer el apoyo de mi director Gorgonio Ruiz Campos, si tratara de decir porqué, saldría una lista inmensa, así que opto por condensar y decirle maestro...gracias por todo. Recuerde que...usted es bueno en el buen sentido de la palabra bueno.

Hay personas que sin haber apoyado directamente este trabajo, por variopintos motivos merecen mi agradecimiento: Víctor Ayala, Nallely Arce y Denisse Morales (equipo ornitológico de lujo para Guerrero Negro). Mi familia de pescadores, los Cuevas, habitantes del hermoso islote El Pardito, en especial a Mayel, el Güero, Pablo, Toña y Juanito; y a mis amigos de Guerrero Negro, todos ellos pertenecientes al personal de Exportadora de Sal: Edmundo Elorduy, Martín Domínguez, Martín García, Fabián Castillo, Ramiro Zaragoza y Antonio Gutiérrez. Todos ellos han facilitado y catalizado mi aprendizaje sobre aves playeras.

Por último agradezco a la vida por la gratificante oportunidad de poder ganármela haciendo lo que más me gusta...dar clases y corretear pájaros.

ÍNDICE

Página

Proemio.....	iv
Resumen.....	viii
Abstract.....	x
Lista de tablas.....	xii
Lista de figuras.....	xiv
Introducción General	1
Introducción.....	2
Objetivo General.....	7
Área de estudio general.....	8
Capítulo 1	11
Resumen.....	12
Introducción.....	13
Materiales y Métodos.....	14
Resultados.....	15
Discusión.....	38
Conclusiones.....	39
Capítulo 2	43
Resumen.....	44
Introducción.....	45
Área de estudio.....	46
Materiales y Métodos.....	47
Resultados.....	48
Discusión.....	54
Conclusiones.....	59
Capítulo 3	67
Resumen.....	68
Introducción.....	69
Materiales y Métodos.....	70
Resultados.....	71
Discusión.....	77

Conclusiones	81
Capítulo 4	89
Resumen	90
Introducción	91
Materiales y Métodos	92
Resultados	94
Discusión	98
Conclusiones	105
Capítulo 5	113
Resumen	114
Introducción	115
Materiales y Métodos	117
Resultados	120
Discusión	122
Conclusiones	128
Capítulo 6	134
Resumen	135
Introducción	136
Materiales y Métodos	137
Resultados	139
Discusión	140
Conclusiones	142
Capítulo 7	145
Resumen	146
Introducción	147
Materiales y Métodos	150
Resultados	153
Discusión	159
Capítulo 8	181
Resumen	182
Introducción	183
Materiales y Métodos	184
Resultados	186

Discusión.....	187
Conclusiones.....	189
Capítulo 9.....	193
Resumen.....	194
Introducción.....	195
Materiales y Métodos.....	198
Resultados.....	201
Discusión.....	204
Conclusiones.....	210
Capítulo 10.....	218
Resumen.....	219
Introducción.....	220
Área de estudio.....	221
Materiales y Métodos.....	223
Resultados.....	225
Discusión.....	228
Conclusiones.....	232
Discusión General.....	241
Conclusiones Generales.....	251
Referencias.....	253

PROEMIO

Iniciaré la presentación de este trabajo con una breve descripción de sus capítulos y la lógica que los conecta. Es innegable, como se enfatiza tanto en la introducción general, como en varios de los diferentes capítulos, que los trabajos desarrollados en México respecto a las aves playeras son escasos. Adicionalmente, la mayoría de ellos se han llevado a cabo en el noroeste del país, lo que creo refleja dos razones, no necesariamente vinculadas: (1) la región noroeste se ha indicado como la más importante de México para la migración e invernación de estas aves, y (2) esta zona del país se caracteriza por el gran número de universidades y centros de investigación que posee, aunque sólo tres instituciones han trabajado recurrentemente con este grupo de organismos: la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS), el Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada (CICESE) y la Universidad Autónoma de Baja California (UABC). Recientemente se abrió esta línea de investigación en el Centro de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM en Mazatlán, Sinaloa.

Los trabajos más antiguos fueron publicados a inicios de 1990, por lo que la línea lleva menos de 20 años de haberse iniciado. Comparativamente, en Estados Unidos y Canadá las investigaciones sobre aves playeras llevan al menos 50 años realizándose de forma sistemática y por decenas de investigadores. Es decir, hace falta realizar un sinnúmero de trabajos sobre esta

temática. Lo anterior pretende contextualizar lo desarrollado en la presente tesis dentro de las investigaciones generadas en el país.

Inicialmente (Capítulo 1), se describe cualitativamente la presencia de las especies en la Ensenada de La Paz. Cabe mencionar que en este caso existe un esfuerzo de varios años y con diferentes metodologías. Probablemente como un indicativo del esfuerzo, la Ensenada de La Paz es el sitio en México con mayor riqueza específica para este grupo con 36 especies.

En la Ensenada de La Paz existen dos ambientes, marcadamente diferentes, utilizados profusamente por las especies de interés, los humedales costeros y una serie de lagunas de oxidación. Por lo que se procedió a realizar una descripción cualitativa y cuantitativa de las aves que las utilizan (Capítulos 2 y 3), para posteriormente realizar una comparación entre ambos lugares (Capítulo 4). Cabe mencionar que estos resultados permitieron la incorporación de la Ensenada de La Paz a la Red Hemisférica de Reservas para las Aves Playeras (marzo de 2006), como sitio de importancia regional.

La pregunta siguiente fue si las aves hacían un uso restringido de cada zona o llevaban a cabo movimientos entre éstas, tratando de relacionar dichos movimientos con el factor más conspicuo, el nivel de marea de la zona costera (Capítulo 5). A partir de que los movimientos fueron detectados, traté de averiguar si éstos, con sus consecuentes cambios en la densidad, modifican los niveles de agresión de *Caldris mauri* (la especie más abundante) en la zona artificial (Capítulo 6). Dado que las tasas de agresión se vieron afectadas, la

siguiente pregunta fue si las aves que utilizan las zonas exhiben una distribución homogénea en éstas o existen diferencias por sexo y grupo de edad, lo que fue llevado a cabo para dos especies congénéricas con alta probabilidad de presentar relaciones interespecíficas *Calidris mauri* y *C. minutilla* (Capítulo 7).

El capítulo anterior se llevó a cabo mediante la captura (y etiquetado) de aves mediante redes de niebla y aunque se sabe que este método puede tener sesgos, ningún trabajo había abordado este tópico para pequeños playeros. Aparentemente los juveniles de *Calidris mauri* son más susceptibles de ser capturados (Capítulo 8). Fundamentados en el etiquetado realizado, se determinaron las tasas de retorno de *Calidris mauri*, con base en sexo, edad y mes de captura (Capítulo 9). Los machos tendieron a regresar más, no hubo diferencias por grupo de edad y las aves marcadas en invierno regresaron en mayor proporción que las de otoño.

Por último, y con base en los capítulos anteriores y la literatura, se propone un patrón de uso estacional de la península de Baja California durante la migración de las aves playeras, donde se remarca la posibilidad de que el área peninsular se encuentre desconectada durante la migración de primavera (Capítulo 10).

Cabe mencionar que buena parte de la información aquí generada ya fue publicada por diferentes revistas de la especialidad (Capítulos 1, 2, 5, 6 y 10); al menos un trabajo está siendo evaluado (Capítulo 8); y los restantes esperan ser publicados en fechas próximas. Se indica la cita completa al inicio del capítulo

correspondiente. Aunque para su publicación cada capítulo cuenta con todos los apartados necesarios, en la presentación de la tesis se decidió incluir solamente un Área de Estudio General, donde se describen la zona de playa de la Ensenada de La Paz y las mencionadas lagunas de oxidación. Sin embargo, los Capítulos 2 y 10 si cuentan con un Área de Estudio particular, dado que las zonas que se consideraron para estos capítulos no coinciden con la playa y las lagunas de oxidación. Adicionalmente, se incluye un solo apartado de Referencias, donde al final de cada cita se indica el ó los capítulos donde aparece referida [n], lo que pretende facilitar la lectura. Por último, se presenta una Introducción y una Discusión, a manera general, al inicio y fin del documento.

RESUMEN

Para determinar y evaluar la dinámica poblacional y uso del hábitat de las aves playeras en la Ensenada de La Paz entre 1996 y 2003 se llevaron a cabo censos, observaciones focales, capturas con redes de niebla y reobservación de aves marcadas. Con base en dichas actividades: (1) se elaboró una lista específica que sitúa a la zona como la más rica del país (36 especies); reflejo de su heterogeneidad ambiental y del esfuerzo realizado. (2) Se determinó la distribución espacio-temporal de dichas aves en las zonas costeras y (3) en las lagunas de oxidación, un ambiente dulceacuícola artificial adyacente a la ensenada; (4) comparando ambos patrones de uso; las lagunas fueron básicamente utilizadas en otoño, en contraste la playa se utilizó además en invierno e inicios de primavera; lo que sugiere que las lagunas fueron usadas por aves de paso; estos resultados permitieron incluir a la ensenada dentro de la Red Hemisférica de Reservas para Aves Playeras. (5) Asimismo se establecieron los patrones de uso en ambos sitios en relación con el nivel de marea; para las especies que concurren en los dos lugares, el nivel de marea fue determinante para su grado de utilización, particularmente para *Calidris mauri*, la más numerosa. (6) En adición, el nivel de marea afectó positivamente las tasas de agresión de *C. mauri* en las lagunas. (7) Posteriormente se determinó y comparó en ambas localidades, la composición poblacional por sexo y grupo de edad de *C. mauri* y *C. minutilla*; para la primera en invierno los adultos fueron más abundantes en la playa (80%) y los juveniles en las lagunas

(80%), lo cual indica que los adultos excluyeron a los juveniles o frecuentaron menos el sitio dulceacuícola; por sexos *C. minutilla*, dadas sus menores tasas de agresión no mostró diferencias entre sitios; por edad los adultos fueron más abundantes en otoño (80%) que en invierno (30%). (8) Al analizar la probabilidad de captura de *C. mauri*, se observó un bajo efecto del sexo y un marcado efecto de la edad (mayor probabilidad de captura en juveniles); este sesgo se debe a que las aves adultas se mueven menos entre las áreas de alimentación. (9) Respecto a la fidelidad invernal de *C. mauri* a la ensenada, las tasas de retorno menores se presentaron en aves etiquetadas en otoño, lo que refleja una mayor proporción de organismos en tránsito en esta época; la mediana de salida de las aves anilladas (28 de febrero) no mostró diferencias por sexo, lo que indica que la separación entre machos y hembras se da en áreas más norteñas. (10) Por último, los bajos números observados en primavera sugieren que existe un uso diferencial de la zona; en otoño los grupos migratorios se bifurcan hacia Sonora y la península, algunos continúan migrando y otros invernan en el área, pero en primavera las aves que retornan desde el sur por la costa continental no pasan por la península, formándose así una migración elíptica.

ABSTRACT

I determined and evaluated the population dynamics and habitat use of the shorebird community in the Ensenada de La Paz between 1996 and 2003, for which I made census, focal observations, captures with mist nets and re-observation of banded birds. On the basis of these activities: (1) I made up a list of 36 shorebird species inhabiting this study area, ranking in first place in species richness in the country; this higher richness is result of its environmental heterogeneity and the increased sampling effort. (2) I determined the space-temporal distribution of the shorebirds in the coastal zones and (3) in the oxidation lagoons (artificial freshwater bodies) adjacent to the Ensenada de La Paz region; (4) I compared the habitat use by the shorebirds for both sites; the lagoons were used mainly in autumn, while the beach was used more frequently in winter and beginnings of spring; therefore, I suggest that the lagoons were used basically by migrant birds in transit. The results of this study allowed include to Ensenada de La Paz in the Western Hemisphere Shorebird Reserve Network. (5) I determined the patterns of habitat use in both sites in relation to the tide level; for those species that used both places, the tide level was the determining factor for its level of use, particularly for Western Sandpiper, the most numerous species. (6) In addition, the tide level affected positively the rates of aggression of the Western Sandpiper in the oxidation lagoons. (7) I determined and compared in both localities, the population composition by sex and age group of Western Sandpiper and Least Sandpiper; in winter, the adults

of Western Sandpiper were more abundant in the beach (80%) and the juveniles in the lagoons (80%), which is indicative that the adults excluded the juveniles from the beach; Since Least Sandpiper had lower rates of aggression, it did not show differences of sexes between sites; by age category, the adults of Least Sandpiper were more abundant in autumn (80%) than in winter (30%). (8) When analyzing the probability of capture of Western Sandpiper, a low effect by sex that contrast with a high effect by age (especially by juveniles) was detected. This bias might be explained because the adults trend to move less among their feeding areas. (9) With respect to the winter fidelity of Western Sandpiper to the Ensenada de La Paz, the lowest rates of return were registered in birds banded in autumn, which indicate a greater proportion of birds in transit at this time; the median value of the date of departure for the banded birds (28 February) did not show differences between sexes, which indicates that the separation between males and females occurred in northern areas. (10) Finally, the low number of shorebirds in spring might be reflecting a differential use of the zone; in autumn the migratory groups split in two subgroups moving toward, one of them by coast of Sonora and the another along the peninsula; during the migration event, some individuals stay wintering in the peninsular area and others continue migrating toward the south. During the spring, the birds return from the south by the Sonora coast and do not pass through the peninsula, thus forming an elliptical migration.

LISTA DE TABLAS

Página

Tabla I.1 Lista de especies de aves playeras registradas en la Ensenada de La Paz.....	41
Tabla II.1 Especies de aves playeras observadas en la Ensenada de La Paz, abundancia máxima registrada y su correspondiente quincena de registro.	61
Tabla II.2 Abundancia porcentual estacional de las nueve especies de playeros más abundantes en la Ensenada de La Paz.	62
Tabla III.1 Especies de aves playeras observadas en las Lagunas de Oxidación de la Ciudad de La Paz, Baja California Sur, durante el período abril de 1998 a marzo de 1999, indicando la abundancia máxima registrada y la quincena de registro.	83
Tabla III.2 Abundancia porcentual estacional de las once especies de playeros más numerosas en las lagunas de oxidación, municipio de La Paz, Baja California Sur, durante el período de abril de 1998 a marzo de 1999.	84
Tabla IV.1 Abundancia promedio estacional de las 10 especies más comunes en ambos sitios (LO=Lagunas de oxidación, PL=zona de playa) en la Ensenada de La Paz.....	107
Tabla V.1 Abundancia estacional promedio de aves playeras para dos ambientes acuáticos adyacentes en la región de Ensenada de La Paz, Baja California Sur, México.	129
Tabla V.2 Estimados de los parámetros de ajuste por estación del año y por sitio de la relación entre la abundancia de aves playeras y el nivel de marea en la Ensenada de La Paz, con base en la afinidad de las especies (C =costeras, D =dulceacuícolas y G =generalistas).....	130
Tabla V.3 Estimados de los parámetros de ajuste, por estación del año y por sitio, para las abundancias de las dos especies generalistas más numerosas y el nivel de marea en la Ensenada de La Paz.....	131
Tabla VII.1 Número de individuos capturados de <i>Calidris mauri</i> por sexo y grupo de edad en la Ensenada de La Paz B.C.S., México (2001-2002).....	172

Tabla VII.2 Número de individuos capturados de <i>Calidris minutilla</i> por sexo y grupo de edad en la Ensenada de La Paz B.C.S., México (2001-2002).....	173
Tabla VIII.1 Frecuencia de captura y recaptura (observada y esperada), por sexo y grupo de edad del playerito occidental en la Ensenada de La Paz, Baja California Sur, México.....	191
Tabla IX.1 Grupos homogéneos de la tasa de retorno con base en el mes de captura de <i>C. mauri</i>	211
Tabla X.1 Número de censos con los que se cuenta por mes y por localidad, en cada estudio.....	234
Tabla X.2 Comparaciones por estación del año, sin incluir el verano, entre cinco zonas del corredor migratorio del Pacífico.....	235
Tabla X.3 Comparaciones por estación del año incluyendo el verano, entre las tres zonas del corredor migratorio del Pacífico ubicadas en México.....	236

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1. Área de estudio general.	10
Figura 2.1 Área de estudio. Se muestran las 24 porciones en las que se dividió el área.	63
Figura 2.2 Abundancia acumulada de aves playeras para las 24 zonas es las que se dividió la Ensenada de La Paz.	64
Figura 2.3 Riqueza y abundancia e aves playeras en función al tiempo en la Ensenada de La Paz.	65
Figura 2.4 Abundancia temporal de las tres especies más abundantes en la Ensenada de La Paz. (A) <i>Calidris mauri</i> , (B) <i>Limosa fedoa</i> y (C) <i>Charadrius semipalmatus</i>	66
Figura 3.1 Abundancia estacional para las diferentes zonas de las lagunas de oxidación de la Ciudad de La Paz, B.C.S.	85
Figura 3.2 Abundancia y riqueza temporal en las lagunas de oxidación de la Ciudad de La Paz, B.C.S.	86
Figura 3.3 Abundancia temporal de las cuatro especies numéricamente más importantes en las lagunas de oxidación de la Ciudad de La Paz, B.C.S. (A) <i>Calidris mauri</i> , (B) <i>Himantopus mexicanus</i> , (C) <i>Limnodromus</i> spp. y (D) <i>Calidris minutilla</i>	87
Figura 4.1 Riqueza de especies de aves playeras en los dos sitios de estudio (LO=Lagunas de oxidación, PL=zona de playa) en la Ensenada de La Paz.	108
Figura 4.2 Abundancia de aves playeras en los dos sitios de estudio (LO=Lagunas de oxidación, PL=zona de playa) en la Ensenada de La Paz.	109
Figura 4.3 Abundancia acumulada de aves playeras en ambos sitios de estudio (LO=Lagunas de oxidación, PL=zona de playa) en la Ensenada de La Paz.	110
Figura 4.4 Similitud cualitativa estacional de aves playeras en los sitios de estudio de la Ensenada de La Paz.	111

Figura 4.5 Similitud cuantitativa estacional de aves playeras en los dos sitios de estudio de la Ensenada de La Paz.....	112
Figura 5.1 Abundancia total de aves playeras en los dos sitios por estación del año, en función al nivel de marea, el lugar y año.	132
Figura 5.2 Abundancia de las especies generalistas por estación del año para los dos sitios, en función al nivel de marea, idem	133
Figura 6.1 Abundancia de <i>Calidris mauri</i> en relación con el nivel de marea en las lagunas de oxidación adyacentes a la Ciudad de La Paz, B.C.S., México.....	143
Figura 6.2 Frecuencia porcentual de agresiones en relación con el nivel de marea en las lagunas de oxidación adyacentes a la Ciudad de La Paz, B.C.S., México: (A) Intraespecíficas (<i>Calidris mauri</i> v.s <i>Calidris mauri</i>) y (B) Interespecíficas (<i>Calidris mauri</i> v.s <i>Calidris minutilla</i>).....	144
Figura 7.1 Proporción de sexos de <i>Calidris mauri</i> por localidad (LO=Lagunas de oxidación, PL=Playa) en la Ensenada de La Paz.....	174
Figura 7.2 Proporción de sexos de <i>Calidris mauri</i> por mes de captura en las Lagunas de oxidación, Ensenada de La Paz.....	175
Figura 7.3 Proporción por grupo de edad de <i>Calidris mauri</i> en la Ensenada de La Paz. (A) Por mes de captura; (B) por localidad (LO=Lagunas de oxidación, PL=Playa) y (C) por mes-localidad	176
Figura 7.4 Proporción por grupo de edad de <i>Calidris mauri</i> en la Ensenada de La Paz. (A) Por mes de captura en Playa y (B) por mes de captura en las Lagunas de Oxidación.	177
Figura 7.5 Proporción de sexos de <i>Calidris minutilla</i> en las Lagunas de Oxidación, Ensenada de La Paz	178
Figura 7.6 Proporción por grupo de edad de <i>Calidris minutilla</i> en la Ensenada de La Paz. (A) Por mes de captura; (B) por localidad (LO=Lagunas de oxidación, PL=Playa) y (C) por mes-localidad.....	179
Figura 7.7 Proporción por grupo de edad de <i>Calidris minutilla</i> en la Ensenada de La Paz. (A) Por mes de captura en Playa y (B) por mes de captura en las Lagunas de Oxidación.	180

Figura 8.1 Frecuencia porcentual de los lapsos transcurridos entre la captura y la recaptura del playerito occidental en la Ensenada de La Paz, Baja California Sur, México. (A) Por sexos y (B) por grupo de edad.	192
Figura 9.1 (A) Tasa de retorno por sexos y (B) Tasa de retorno por grupo de edad de <i>C. mauri</i> a Chametla.	212
Figura 9.2 Tasa de retorno general con base en el mes de captura de <i>C. mauri</i> en Chametla	213
Figura 9.3 Abundancia de <i>C. mauri</i> en Chametla.....	214
Figura 9.4 Distribución de la fecha de salida de <i>C. mauri</i> y la abundancia de aves en Chametla.....	215
Figura 9.5 Relación entre el número de individuos anillados que abandonaron Chametla y la abundancia observada en la zona.....	216
Figura 9.6 Fecha de salida para las cuatro categorías de <i>C. mauri</i> en Chametla.....	217
Figura 10.1 Área de estudio. Se marcan los lugares de observación: HB=Bahía de Humboldt (Norte de California); VC=Valle Central (centro de California); PB=Punta Banda (Noroeste de la península); GN=Guerrero Negro (centro occidental de la península); LP=Ensenada de La Paz (porción sudoriental peninsular).....	237
Figura 10.2 Abundancia relativa (%) mensual promedio para las cinco áreas de interés.....	238
Figura 10.3 Abundancia relativa (%) estacional promedio para las cinco áreas de interés.....	239
Figura 10.4 Modelo de movimientos migratorios (otoño y primavera) a lo largo de las costas del Noroeste de México y suroeste de Estados Unidos.	240

INTRODUCCIÓN GENERAL

**DINÁMICA POBLACIONAL Y USO DE HÁBITAT DE LAS AVES PLAYERAS
EN LA ENSENADA DE LA PAZ, COMO COMPONENTE DEL CORREDOR
MIGRATORIO DEL PACÍFICO**

INTRODUCCIÓN

Se entiende por migración los movimientos estacionales de una población entre el lugar donde se reproduce y otro donde inverte (Myers *et al.* 1987). Es probable que dicha conducta haya surgido como una estrategia adaptativa a cambios graduales, tanto de las condiciones climáticas como de la disponibilidad de los recursos (Cox 1985). En el Continente Americano la migración de las aves acuáticas ocurre por tres rutas principales, denominadas corredores: el Corredor Migratorio del Pacífico, el del Atlántico y a través del Continente (Myers *et al.* 1987), por el número de aves que lo utilizan, el más relevante es el del Pacífico (Myers *et al.* 1987).

Para las aves, la migración latitudinal implica limitantes de espacio para su sustento trófico en zonas tropicales y subtropicales, ya que las densidades en las áreas migratorias son mayores que en sus zonas de reproducción (Cox 1985, Lidström 1991). Esto confiere particular importancia a las zonas de paso y a las de invernación en términos de uso de recursos. Dentro de las aves migratorias se encuentran los playeros (Charadriiformes), un grupo funcional heterogéneo que comparte características morfológicas y etológicas (Burger 1984, Myers *et al.* 1987). Dadas sus altas densidades, las aves playeras tienen un papel preponderante en la utilización de los recursos (espaciales, temporales y tróficos) de la zona costera, sobre todo en su época migratoria (Burger 1984, Kasprzyk y Harrington 1989).

Durante sus migraciones estas aves requieren de sitios eslabonados para satisfacer sus demandas energéticas, relacionadas con vuelos migratorios de gran alcance (Cox 1985, Ketterson y Nolan 1983), por lo que tienden a asociarse a sitios con recursos alimenticios abundantes y predecibles (Skagen y Knopf 1993). Para que un área sea atractiva para las aves playeras, ésta debe de proveer alimento suficiente (sin considerar otras condiciones), lo que a su vez depende de la densidad de las presas y su accesibilidad (Yates *et al.* 1993). Algunos factores físicos, como la diferencia de mareas, la temperatura, el viento y el fotoperíodo afectan la obtención de alimento por estos organismos, pues modifican su tiempo y velocidad de alimentación (Burger *et al.* 1977, Colwell y Dodd 1997) y aumenta consecuentemente el gasto energético. La textura y la humectación del sustrato son factores abióticos que influyen de manera determinante en la distribución de las aves playeras (Colwell y Landrum 1993), pues determinan la factibilidad de penetración del pico de las aves. La humectación, que depende de la inundación de la marea, ablanda el sustrato e incrementa la actividad de los invertebrados haciendo a las presas más susceptibles de ser capturadas (Yates *et al.* 1993).

De existir sitios con diferentes condiciones de disponibilidad de alimento, las aves se segregarán entre éstos (Colwell y Landrum 1993). Es muy probable que intraespecíficamente esta separación se de en función al grupo de edad y sexo del individuo (Warnock y Takekawa 1995), pues los factores anteriores

pueden determinar su estatus social, regularmente menor para los juveniles (Durell 2000).

Para algunas especies hay una migración diferencial dependiente del sexo y del grupo de edad (*Calidris mauri*, Harrington y Haase 1994; *Calidris alpina*, Shepherd *et al.* 2001; *Calidris minutilla*, Nebel 2006) y existe la posibilidad de que este tipo de comportamiento también opere a una escala menor. Esto es, dado que en la Ensenada de La Paz y sus inmediaciones existen ambientes notoriamente diferentes (dulceacuícolas y marinos), que son usados por especies en común, es probable que éstas se segreguen en función a la talla, sexo y/o grupo de edad.

Pese a la relevancia de los censos aéreos que se han realizado en la zona (*e.g.* Morrison *et al.* 1992), estos pueden subestimar la abundancia y el uso que las aves playeras hacen de las distintas áreas, por lo que se requieren trabajos que involucren la estructura de las poblaciones (Page *et al.* 1979, Howes y Bakwell 1989, Page *et al.* 1997). Además, los censos aéreos se realizan sólo una vez durante el invierno, por lo que los cambios temporales no son detectables. Por lo anterior, no está del todo claro el patrón de utilización estacional de la península, aunque información reciente indica un evidente paso migratorio de otoño caracterizado por fuertes oscilaciones y números altos, al que le sigue un invierno medianamente estable, un paso migratorio de primavera poco importante y, finalmente, un verano con abundancias marcadamente bajas

(Brabata 1995, Carmona 1995, Carmona 1997, Fernández *et al.* 1998, Carmona y Danemann 1998, Brabata 2001).

La mayoría de los estudios de aves playeras realizados en la península de Baja California se sustentan en censos terrestres (Palacios *et al.* 1991, Carmona 1995, Carmona y Danemann 1998). Sólo recientemente se ha generado información sobre su ecología, y dinámicas invernal y migratoria, como ha sido el caso de las investigaciones en Punta Banda, B. C. (Buenrostro 1996, Fernández 1996, Becerril 1998 [incluye una comparación con *Calidris minutilla*]) y en la Ensenada de La Paz (Brabata 2001, Galindo 2003), todos ellos abordando diferentes aspectos de la migración de *Calidris mauri*. En todos estos estudios se remarca una abundancia mayor de machos (en general 4 a 1) y proporciones similares de adultos y juveniles.

En la Ensenada de La Paz se han estudiado cuatro temas. **1) alimenticios:** Galindo (1987) describió la dieta y conducta alimenticia de *Charadrius wilsonia*; Llinas y Galindo (1990) estudiaron la conducta alimentaria de *Catoptrophorus semipalmatus*; y Brabata y Carmona (1998) describieron la conducta alimentaria de cuatro especies de playeros (*Limosa fedoa*, *Tringa semipalmata*, *Numenius phaeopus* y *N. americanus*). **2) distribución y abundancia:** Fernández (1993) encontró a *C. mauri* como el playero más abundante en la marisma de Chametla, al sur de la Ensenada de La Paz. Por otro lado, Fernández *et al.* (1998), basados en el trabajo previo, concluyeron que la marisma de Chametla era importante para la alimentación de playeros, por su tipo de sustrato

(particularmente lodoso) y la accesibilidad de las presas (larvas de dípteros, principalmente); Brabata (1995), describió parte del patrón migratorio y uso del hábitat de los cuatro playeros de mayor talla (*L. fedoa*, *T. semipalmata*, *N. phaeopus* y *N. americanus*). **3) estudios generales que incluyen a las aves playeras como parte de la avifauna** (Llinas *et al.* 1989, Massey y Palacios 1994, Carmona 1995). Carmona (1995) encontró que aunque los playeros eran el componente principal de las aves observadas en la playa El Conchalito, *Calidris mauri* no era el playero más abundante, en contraste con lo encontrado en el resto de la Ensenada de la Paz, posiblemente debido a las arenas gruesas que forman el sustrato en El Conchalito. **4) relación de las aves con el bentos:** el único trabajo que cuantifica esta relación fue el de Carmona-Islas (1997), quien encontró que en la playa El Conchalito la presencia de las aves playeras estaba regulada, en parte, por la biomasa béntica, pero también dependía de las fluctuaciones diarias de la marea en la zona, los vientos y la humedad.

Con el fin de complementar y aumentar el conocimiento de las aves playeras en el sur de la Península de Baja California, el trabajo presente plantea:

OBJETIVO GENERAL

Determinar y evaluar la dinámica poblacional y uso del hábitat de las aves playeras, en la Ensenada de La Paz, como parte del Corredor Migratorio del Pacífico.

Los objetivos específicos son:

1. Elaborar una lista bibliográfica comentada de todas las especies de aves playeras registradas en la Ensenada de La Paz, durante un ciclo anual.
2. Determinar la distribución espacio-temporal de las aves playeras en las zonas costeras de la Ensenada de La Paz.
3. Determinar la distribución espacio-temporal de las aves playeras en las zonas dulceacuícolas adyacentes (lagunas de oxidación), a lo largo de un ciclo anual.
4. Comparar las tendencias temporales de las abundancias en ambos ambientes, para las especies numéricamente más importantes.
5. Establecer los patrones de utilización de ambos ambientes y su relación con la marea.
6. Establecer y evaluar el efecto del nivel de marea (densidad) en los niveles de agresión de *Calidris mauri* en el ambiente dulceacuícola artificial.
7. Determinar y comparar la utilización de ambas zonas en función al sexo y al grupo de edad de las especies más abundantes en las capturas.

8. Evaluar el efecto del sexo y el grupo de edad en *Calidris mauri* con respecto a su probabilidad de captura en redes de niebla.
9. Determinar la fidelidad y el uso temporal de *Calidris mauri* a la Ensenada de La Paz, como sitio de invernación.
10. Contextualizar a la Ensenada de La Paz, como componente importante del Corredor migratorio del Pacífico.

ÁREA DE ESTUDIO GENERAL

El área de estudio se localiza en la Bahía de La Paz, en el extremo sureste de la Península de Baja California. La Bahía de La Paz es el cuerpo de agua resguardado del viento más grande de estas costas, con 2,000 km² (Figura 1). La región se caracteriza por su aridez, con un promedio anual de precipitación de 200 mm, constantemente superado por el de evaporación (García 1964). La bahía presenta sustratos rocosos y arenosos en la mayor parte de sus costas, sólo en su extremo sur se localizan sustratos lodosos, en la laguna costera conocida como Ensenada de La Paz (Figura 1; Carmona y Ramírez 1997). En esta última zona se asienta la Ciudad de La Paz, capital del estado de Baja California Sur, México, con una población aproximada de 200,000 habitantes.

La zona tiene mareas semidiurnas mixtas (Grivel y Grivel 1991). De octubre a marzo, los vientos dominantes son del noroeste, mientras que de abril a septiembre predominan los del sureste (García y Mosiño 1969). La vegetación

de sus costas se ubica entre el desierto sarcocaulé y el matorral árido tropical típico de la Región de Cabo y la conforman cactáceas, matorrales, chaparral espinoso y manglares (León de La Luz y Domínguez Cadena 1991).

En la parte sur de la ensenada se encuentra la marisma de Chametla (Figura 1), el hábitat más importante para las aves playeras en la ensenada (Brabata y Carmona 1998). Tiene una longitud aproximada de 4 km (Fernández *et al.* 1998). La playa se compone de sustrato de grano fino, intercalado con arcilla y limo. Debido a la poca pendiente de playa, el nivel de marea afecta considerablemente el área de alimentación disponible a las aves, dejando de 500 a 1,000 metros de la franja intermareal expuesta en bajamar (Brabata y Carmona 1998).

Por otra parte, al suroeste de la Ciudad de La Paz, se encuentran cinco lagunas de oxidación, de cinco hectáreas cada una (Figura 1). Estas lagunas fueron empleadas hasta hace poco tiempo para la limpieza de aguas residuales provenientes de la Ciudad de la Paz. La frecuente inundación de los terrenos aledaños a las lagunas ha propiciado el desarrollo de zonas de pastizal (ca. 17 ha). Lo que ha favorecido su utilización como sitio de alimentación para las aves y para ganado equino y vacuno. Dichas lagunas, junto con un tanque de almacenamiento de aguas tratadas ubicado a 15 km de la ciudad, son los únicos cuerpos permanentes de agua dulce con los que cuenta la Ensenada de La Paz. Los cuerpos más cercanos se encuentran a más de 100 km (Guzmán *et al.* 1994).

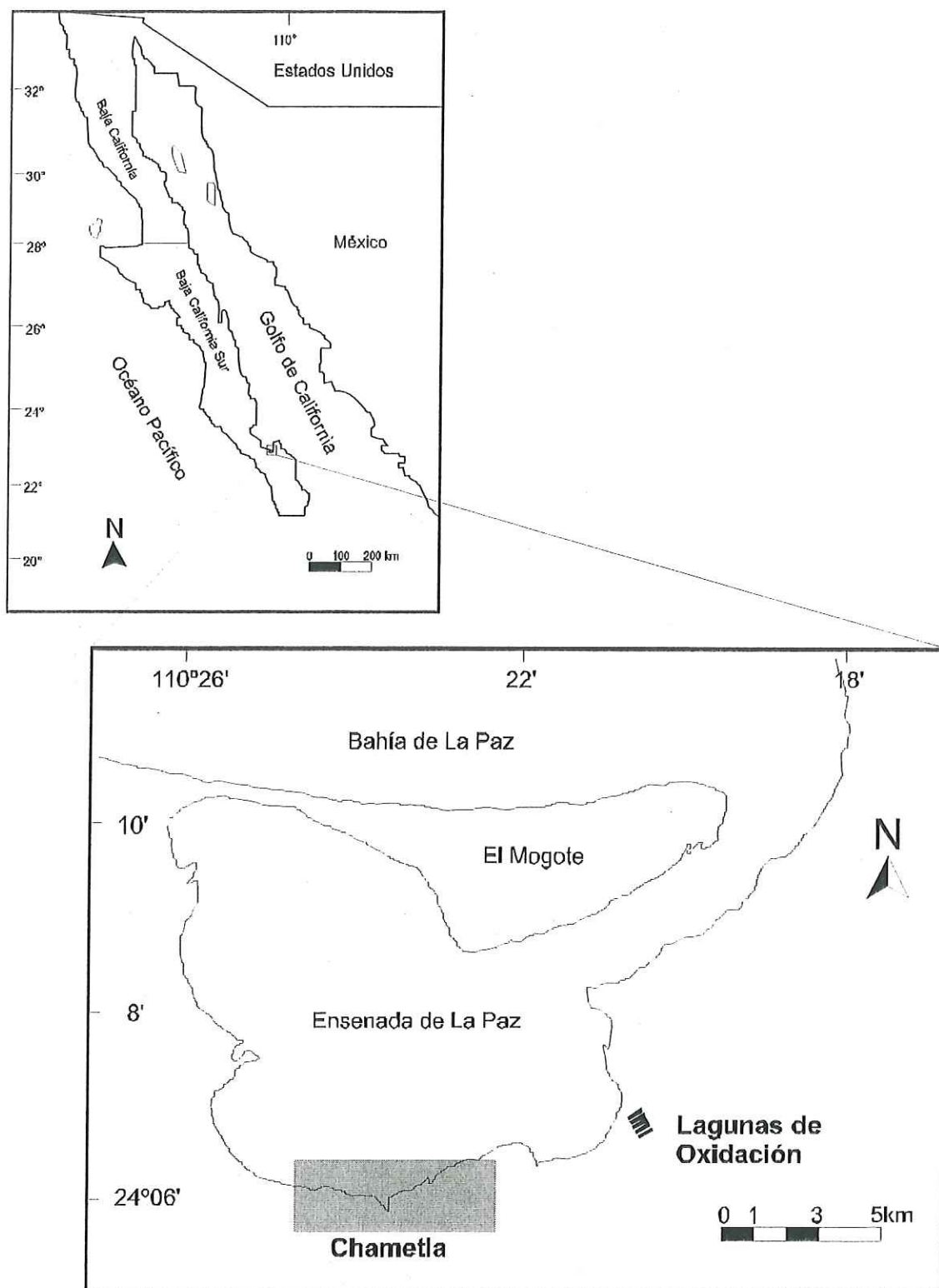


Figura 1. Área de estudio general.

CAPÍTULO 1

LISTA BIBLIOGRÁFICA COMENTADA DE LAS ESPECIES DE AVES PLAYERAS REGISTRADAS EN LA ENSENADA DE LA PAZ, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

Lista bibliográfica comentada de las especies de aves playeras registradas en la Ensenada de La Paz, Baja California Sur, México

RESUMEN

Se presenta una lista bibliográfica comentada de la especies de aves playeras registradas en la Ensenada de La Paz, Baja California Sur, México. La información deriva de datos bibliográficos y de observaciones propias efectuadas durante 12 años de trabajo en la zona. Se incluyen nuevos registros para diferentes escalas geográficas: México (*Xenus cinereus*), el Pacífico mexicano (*Calidris ferruginea*), Baja California Sur (*Philomachus pugnax*, *Calidris pusilla* y *Calidris himantopus*) y Bahía de La Paz (*Tringa solitaria* y *Calidris melanotos*). Las principales áreas de concentración (y de observación) son: la parte sur de la Ensenada de La Paz, donde se congregan más de 80% de éstas, y dos biotopos dulceacuícolas artificiales aledaños a la ensenada (lagunas de oxidación y tanque de almacenamiento de aguas tratadas). Se han registrado un total de 36 especies, sobresaliendo por su abundancia y constancia de observación: *Calidris mauri*, *Limosa fedoa*, *Numenius phaeopus*, *Charadrius wilsonia* y *Ch. semipalmatus*. Se confirmó la reproducción de seis especies, todas en bajos números: *Ch. alexandrinus*, *Ch. wilsonia*, *Ch. vociferus*, *Haematopus palliatus*, *Himantopus mexicanus* y *Recurvirostra americana*. La Ensenada de La Paz es el sitio del país con mayor riqueza específica para este grupo, aunque es conveniente considerar el alto esfuerzo aplicado en el área.

PALABRAS CLAVE: aves playeras, lista sistemática, Ensenada de La Paz, península de Baja California.

INTRODUCCIÓN

La avifauna de la Península de Baja California ha sido sumariada en extensas compilaciones (Grinnell 1928, Wilbur 1987, Erickson y Howell 2001). Sin embargo, constantemente han sido publicados trabajos en los que se incluyen nuevas especies e incrementos geográficos de distribución (Atwood y Collins 1993, Howell y Pyle 1993, Unitt *et al.* 1995, Carmona *et al.* 2003a). Lo anterior es particularmente notorio para las especies migratorias (Atwood y Collins 1993, Howell y Pyle 1993, Carmona *et al.* 1999), como las aves playeras. La península forma parte del Corredor Migratorio del Pacífico, por el cual transitan números importantes de aves playeras (Page *et al.* 1997, Danemann *et al.* 2002). La cantidad de información disponible disminuye notoriamente al hablar de regiones particulares, como la Ensenada de La Paz. Pese a que en la zona recientemente se ha incrementado el número de investigaciones realizadas con estas aves (*e.g.* Fernández *et al.* 1998, Brabata y Carmona 1998, Galindo 2003), existen aún muchas carencias de información, mismas que abarcan desde aspectos básicos como la composición específica de diferentes localidades. En este sentido, el trabajo presente reporta la concurrencia de 36 especies de aves playeras que han sido registradas en la Ensenada de La Paz, complementando la información con su abundancia cualitativa estacional, su tipo de presencia, su eventual reproducción y el ambiente (marino y/o dulceacuícola) donde se observan comúnmente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los registros se realizaron en la Ensenada de La Paz, particularmente en dos zonas: la marisma de Chametla, la cual presenta una longitud aproximada de 4 km y las lagunas de oxidación de la Ciudad de La Paz (ver Área de Estudio General).

Como parte de un programa de investigación sobre la utilización de la región por aves playeras, se han realizado recorridos continuos en las zonas (censos quincenales) entre 1996 y 2004. Durante estos recorridos las aves playeras son identificadas y contabilizadas con ayuda de binoculares (10x) y telescopios (15-60x). Adicionalmente se realizan capturas tanto en la zona costera como en las dulceacuícolas, utilizando redes de niebla de 12 y 18 m de largo por 3 m de caída. Las capturas en la zona costera se realizan con mareas medias ascendentes al amanecer y al atardecer, en las Lagunas de Oxidación, donde no opera el régimen de marea, las redes son colocadas en las horas crepusculares. Considerando tres fuentes (bibliografía, observaciones y capturas) es como se integró la lista que aquí se presenta.

Adicionalmente, las aves fueron clasificadas cualitativamente por su abundancia estacional, tipo de presencia, presencia reproductiva y ambiente común de observación.

La abundancia cualitativa estacional se clasificó en: **muy común**, cuando se observan regularmente más de 100 individuos; **común**, cuando se observan regularmente entre 10 y 100 individuos; **poco común**, cuando se observan con

regularidad, pero la mayoría de las veces entre uno y 10 organismos; **rara**, al observarse esporádica pero regularmente siempre en bajos números; **O= ocasional**, registrada sólo ocasionalmente; y **ausente**, cero individuos en esa estación del año (tomado y modificado de Ruiz-Campos y Rodríguez-Meraz 1997).

El tipo de presencia es referida como **residente** (poblaciones reproductivas en el área y sin la aparente llegada de aves migratorias), **migratoria** (observable sólo una parte del año, con población invernante), **transeúnte** (observable una parte del año, sin población invernante [sólo de paso]), poblaciones residentes incrementadas (aquéllas que son incrementadas con la llegada de individuos migratorios) y migratorios invernantes (aquéllas con fracciones poblacionales presentes todo el año, incluso durante el verano (tomado y modificado de Carmona 1995). La presencia reproductiva indica registros de anidación en la Ensenada de La Paz y zonas aledañas y el ambiente común de observación si éste es dulceacuícola, marino o ambos.

RESULTADOS

A continuación se enlistan las especies registradas en la Ensenada de La Paz (en lo sucesivo referido como ELP), siguiendo el arreglo sistemático de la A.O.U. (1998).

FAMILIA CHARADRIIDAE

Pluvialis squatarola: se reproduce en el Ártico americano y asiático e inverna en el Pacífico desde la Columbia Británica hasta Sudamérica (A.O.U. 1998). En la ELP es una especie comúnmente observada en sus playas. Su período regular de observación incluye la migración de otoño (agosto-noviembre) y el invierno (diciembre-febrero; Tabla I.1). Es una especie migratoria regular en las costas sudcalifornianas con marcada afinidad por el ambiente costero (Grinnell 1928, Wilbur 1987, Howell y Webb 1995).

Pluvialis dominica: se reproduce en el Ártico americano e inverna en Sudamérica (Howell y Webb 1995, A.O.U. 1998). El primer registro de este taxón en la Península de Baja California fue un espécimen recolectado en San José del Cabo (en el extremo sur de la misma), en 1887 (Brewster 1902). Posteriormente se mencionan seis registros, cinco de los cuales se llevaron a cabo en el norte peninsular y uno más en San José del Cabo (Wilbur 1987). Recientemente se publicó información sobre cuatro registros realizados también en San José del Cabo (Unitt 2001). Por lo escaso de sus avistamientos, la especie ha sido clasificada como un transeúnte y visitador de invierno, raro para la península (Wilbur 1987), aunque Unitt (2001) la considera migrante de primavera regular, aunque en bajo número. El registro más reciente fue un ejemplar detectado en la zona intermareal de Chametla en la ELP en marzo de 2002 (Carmona *et al.* 2003a). Dado el esfuerzo de observación y recolecta realizada en ELP y considerando que la especie sólo ha sido observada una

vez, se coincide con los autores que la catalogan como un transeúnte ocasional de la zona (Grinnell 1928, Wilbur 1987, Howell *et al.* 2001). Se resalta que este registro es el primero para la Bahía y la Ensenada de La Paz (Tabla I.1).

Charadrius alexandrinus: anidaciones de esta especie han sido registradas a todo lo largo de la costa pacífica peninsular, con una población mínima estimada de 1,344 adultos (Palacios *et al.* 1994), cifra muy semejante a lo estimado de 1,464 para la costa oeste de EE.UU. (Page *et al.* 1991). No existen registros concluyentes respecto a su reproducción en las costas del Golfo de California. En la Bahía de La Paz y zonas aledañas, se ha observado la reproducción de esta especie al menos en cuatro áreas: Estero Zacatecas dentro de ELP (dos nidos el 12 de mayo de 2001), salina de Pichilinge (10 a 15 nidos en la temporada 2000), playa El Centenario ELP (un nido el 30 de junio de 2003), y una pequeña salina ubicada en Punta Arenas a 40 km de la Ciudad de La Paz (un nido con tres huevos el 23 de julio de 2003). Por lo anterior se trata de una especie común de reproducción local, con afinidad por el ambiente marino. Esta especie presenta grupos poblacionales de reproducción e incrementa sus números con la llegada de aves migratorias (Tabla I.1). Aunque la reproducción y movimiento migratorio de esta especie es referida de manera general para la región (Grinnell 1928, Wilbur 1987, Howell y Webb 1995), su confirmación puntual no habían sido establecida.

Charadrius wilsonia: se reproduce en la costa pacífica, desde Guerrero Negro hasta Cabo San Lucas y en ambas costas del Golfo de California (Howell y

Webb 1995). Se han registrado grupos invernantes desde Baja California y Sonora hasta Perú (A.O.U. 1998). Es un ave común a muy común en la región, con reproducción local, sus números incrementan con la llegada de individuos migratorios, especialmente entre agosto y octubre (Carmona y Fernández 1997). La especie tiene una clara afinidad por la región costera (Tabla I.1). La presencia de este playero en la zona de ELP está bien documentada (Carmona 1995, Carmona y Fernández 1997).

Charadrius semipalmatus: se reproduce en Alaska y la porción norte de Canadá, e inverte en el Pacífico, desde la Columbia Británica (donde es raro) hasta Chile y Argentina, incluidas ambas costas del Golfo de California (A.O.U. 1998). Se trata de una especie migratoria concurrente todo el año en ELP debido a la presencia en verano de algunos ejemplares aparentemente juveniles, mismos que no se reproducen en la zona (Tabla I.1). Presenta un notorio repunte de abundancia en otoño, seguido de un invierno numéricamente estable, y primavera y verano con bajos números. Esta especie es común a muy común en invierno y épocas migratorias y rara en verano. Es observable tanto en la costa como en los cuerpos dulceacuícolas. Su presencia al sur de la península ha sido registrada por diferentes autores (Wilbur 1987, Carmona 1995, Howell y Webb 1995).

Charadrius vociferus: con reproducción desde el suroeste de Alaska hasta la parte central de México (registros en Guerrero y Guanajuato; Howell y Webb 1995). Poblaciones residentes son conocidas a todo lo largo de la porción oeste

de EE.UU., la fracción poblacional indicada para la Península de Baja California es de este tipo (A.O.U. 1998, Sibley 2000). En ELP es un ave común en los ambientes dulceacuícolas y zonas de cultivo aledañas, cuya reproducción fue recientemente consignada (Castillo-Guerrero *et al.* 2002). El paso de individuos migratorios de esta especie en la península aún no ha sido detectado (Tabla I.1). El uso de la región de la ensenada ha sido indicado en diferentes fuentes (Wilbur 1987, Howell y Webb 1995, Castillo-Guerrero *et al.* 2002).

FAMILIA HAEMATOPODIDAE

***Haematopus palliatus*:** el ostrero americano se reproduce en el Pacífico, desde la parte media de la península de Baja California, a lo largo de ambas costas del Golfo de California hasta Chile (A.O.U. 1998). Pese a que se indica que en la península presenta una población residente (Sibley 2000), en ELP se nota un claro repunte en sus abundancias en el otoño. Es una especie común en las costas de la ensenada, presenta reproducción local en bajos números y como fue mencionado incrementa su abundancia con la llegada de aves migratorias y/o en dispersión posreproductiva (Tabla I.1). Presenta una marcada afinidad por el ambiente costero. Su presencia ha sido indicada tanto por trabajos generales (Grinnell 1928, Wilbur 1987, Howell y Webb 1995), como por investigaciones realizadas dentro de la ensenada (Carmona 1995).

FAMILIA RECURVIROSTRIDAE

Himantopus mexicanus: el candelero americano se reproduce en el noroeste de EE.UU. y en la planicie central de México (Howell y Webb 1995, A.O.U. 1998). La península de Baja California se ha considerado como una zona de tránsito e invernación durante la migración de estas aves (Grinnell 1928, Wilbur 1987, Howell y Webb 1995). Sin embargo, recientemente se ha indicado la reproducción para diferentes áreas de la parte norte peninsular (Palacios y Alfaro 1991, Mellink *et al.* 1996). En concordancia con lo anterior, la reproducción en bajos números del candelero americano fue recientemente indicada para la zona de ELP (Carmona *et al.* 2000). Se trata de un ave común en los ambientes dulceacuícolas que aparentemente incrementa sus números con la llegada de individuos migratorios (Tabla I.1). En contraste, en la playa es una especie rara. Si bien existen diferentes registros para la zona (Grinnell 1928, Wilbur 1987, Howell y Webb 1995), fue hasta el año 2000, cuando se indicó la presencia de nidos en la parte sur de la península.

Recurvirostra americana: de forma semejante al candelero americano, la avoceta americana también se reproduce en el noroeste de EE.UU. y en la planicie central de México (Howell y Webb 1995, A.O.U. 1998). Históricamente la Península de Baja California se ha considerado como una zona de tránsito e invernación para esta especie (Grinnell 1928, Wuilbur 1987, Howell y Webb 1995). También recientemente se han realizado registros de su reproducción para diferentes áreas de la parte norte peninsular (Palacios y Alfaro 1991,

Mellink *et al.* 1996). En ELP se trata de una especie común en los ambientes dulceacuícolas, en las costas es poco común. Similar a la especie anterior, incrementa sus números con el arribo de ejemplares migrantes (Tabla I.1). También fue detectada su reproducción en la zona (Carmona *et al.* 2000), aunque su presencia ha sido documentada por otros autores (Grinnell 1928, Wilbur 1987, Howell y Webb 1995), fue hasta el 2000 cuando por primera vez se indicó su reproducción en el área.

FAMILIA SCOLOPACIDAE

***Tringa melanoleuca*:** anida en la porción suroeste de Alaska y norte de Canadá (A.O.U. 1998, Sibley 2000). Inverna en el Pacífico desde la Columbia Británica hasta Tierra del Fuego, incluido todo el interior de México (Howell y Webb 1995, A.O.U. 1998, Sibley 2000). En ELP es un ave entre poco común y común. Contrariamente a lo indicado por Howell y Webb (1995) se trata de una especie migratoria que desaparece de la zona en el verano, puede ser vista tanto en los ambientes costeros como en los dulceacuícolas (Tabla I.1). Su presencia en el área ha sido documentada en varias ocasiones (Grinnell 1928, Wilbur 1987, Carmona 1995, Howell y Webb 1995).

***Tringa flavipes*:** esta especie se reproduce en el centro y el oeste de Alaska y en el centro norte de Canadá (A.O.U. 1998, Sibley 2000). Inverna en el Pacífico, desde el centro de California y todo el Pacífico mexicano (incluidas ambas costas del Golfo de California) hasta Tierra del Fuego (Howell y Webb 1995, A.O.U. 1998). Similar a la especie anterior, es un ave común a poco común en

ELP y puede ser observada tanto en la costa como en las áreas dulceacuícolas; algunos individuos permanecen durante el verano (Tabla I.1). Su presencia en la región ha sido señalada en trabajos previos (Grinnell 1928, Wilbur 1987, Carmona 1995, Howell y Webb 1995).

Tringa solitaria: la especie se reproduce en el norte de América e inverte desde el sureste de EE.UU. y México hasta Perú y Argentina (Howell y Webb 1995, A.O.U. 1998). Se considera rara en las costas del Pacífico mexicano (Península de Baja California y Sonora; Howell y Webb 1995, A.O.U. 1998). Existe un ejemplar recolectado en 1887 (Brewster 1902, Grinnell 1928), aunque recientemente se ha puesto en duda la veracidad de este reporte (Erickson *et al.* 2001). Según este último autor, el primer registro confiable para Baja California Sur se realizó en febrero de 1999 en la localidad sureña de Migriño (dentro de la región del Cabo). Llama la atención que, salvo este dato, los avistamientos recientes para Baja California y Baja California Sur (20 y seis, respectivamente) se hallan realizado siempre entre agosto y octubre (Wurster *et al.* 2001). Ningún registro incluye a la Bahía o a la Ensenada de La Paz. En febrero de 2002 se capturó un ejemplar juvenil macho en las lagunas de oxidación (Carmona *et al.* 2003a). El ave fue incorporada al MHNUABCS (No. catálogo 0331). Todos los avistamientos para Baja California Sur se han realizado en la región del Cabo y las más de las veces en asociación a cuerpos dulceacuícolas, lo que coincide con el dato de ELP, sin embargo, la época de captura no es coincidente con el patrón observado (otoño), pues se verificó en

invierno. Por lo anterior, se puede considerar a esta especie como transeúnte de otoño, con algunos ejemplares invernando en la zona, lo cual coincide con la definición del propio Grinnell (1928). Es importante remarcar que el ejemplar aquí registrado es el único en más de un siglo y el primero en el que se incluye a ELP entre las zonas usadas por la especie (Tabla I.1).

Tringa semipalmata: sus áreas de reproducción son el noroeste de EE.UU. y la zona sudcentral de Canadá (A.O.U. 1998, Sibley 2000). Inverna desde el sur de la Columbia Británica y norte de California a lo largo de todo el Pacífico mexicano (incluido el Golfo de California), hasta Chile. Es un ave muy común en la zona costera de ELP, presentando individuos que veranean en la ensenada, aparentemente aves juveniles (Tabla I.1). Sus abundancias disminuyen desde mediados de primavera y a lo largo del verano, un patrón previamente registrado (Grinnell 1928, Wilbur 1987, Brabata 1995, Carmona 1995, Howell y Webb 1995).

Heteroscelus icanus: esta especie se reproduce en Alaska y en el noroeste de Canadá e inverna desde California hasta Perú, incluidas ambas costas de Baja California (Howell y Webb 1995, A.O.U. 1998). Es una de la especies más difíciles de observar en el área, sólo se han verificado dos registros publicados uno en 1993 (Carmona 1995) y el más reciente en 2001 (López Greene 2004), por lo que se ha catalogado como ocasional. Dado que ambos registros se verificaron en la costa, se catalogó con afinidad por el ambiente marino, coincidentemente con lo propuesto por A.O.U. (1998) para su época no

reproductiva (Tabla I.1). Aunque la región está indicada como zona de invernación (Howell y Webb 1995), la falta de avistamientos en el área la ubican como una especie ocasional.

Actitis macularius: se reproduce prácticamente en todo Alaska (excepto el noroeste), Canadá (excepto la parte centro norte) y EE.UU. (excepto el sur) (A.O.U. 1998). Inverna en el Pacífico, desde el sur de EE.UU., todo México hasta Chile (Howell y Webb 1995, A.O.U. 1998), se indica la presencia de grupos veraneantes en áreas de invernación (A.O.U. 1998). Esta especie es poco común en ELP, desaparece de la misma en el verano y utiliza tanto la costa como las áreas dulceacuícolas (Tabla I.1), con preferencia por estas últimas. Sólo muestra un incremento en sus abundancias en otoño. Su presencia en ELP ha sido documentada en varios trabajos (Wilbur 1987, Carmona 1995, Howell y Webb 1995).

Xenus cinereus: esta especie anida en la parte norte de Finlandia y Rusia e inverna en el Golfo Pérsico, el Mar Rojo y en general, el sureste de Asia (A.O.U. 1998). Existe algunos registros aislados para Alaska, Canadá y EE.UU., el más cercano es un registro para California (A.O.U. 1998). En ELP, la especie fue observada en siete ocasiones entre abril y septiembre de 2002, siempre en la playa de Chametla, en todos los casos se vio un solo ejemplar, presumiblemente el mismo (Galindo *et al.* 2004). La posibilidad de error de identificación es baja, dada la combinación del color de sus patas (naranja), su pico recurvado y su tamaño. La constante observación de un ejemplar solitario

indica la posibilidad de que se halla tratado del mismo individuo. Los registros aquí presentados representan la primera observación de la especie para México, sin duda un ave de ocurrencia ocasional en concordancia con lo propuesto para California (A.O.U. 1998, Tabla I.1).

Numenius phaeopus: se reproduce en el norte de Alaska y Canadá (A.O.U. 1998) e inverna en la costa del Pacífico, desde Columbia Británica hasta Argentina incluyendo el Golfo de California. Esta especie con alta afinidad por la zona costera, se considera entre muy común (otoño) y común (resto del año) en ELP, con algunos individuos durante el verano (Tabla I.1). Un notorio incremento en su abundancia a finales de julio, para luego disminuir significativamente, se presenta de manera recurrente. Diferentes trabajos, tanto generales como puntuales, consignan su presencia en la zona (Wilbur 1987, Brabata 1995, Carmona 1995, Howell y Webb 1995).

Numenius americanus: anida en la parte centro oeste del sur de Canadá y norte de EE.UU. (A.O.U. 1998). Inverna en el Pacífico, desde Columbia Británica hasta Centroamérica (A.O.U. 1998), incluyendo todo México (Howell y Webb 1995). Se conoce la presencia de grupos veraneantes en sus áreas de internación (A.O.U. 1998). Aunque en números más modestos que la especie anterior, *N. americanus* concurre de manera común (otoño-invierno) y poco común (primavera-verano) en los márgenes costeros de ELP, con algunos individuos veraneando en el área (Tabla I.1). Nuevamente, su presencia ha sido

mencionada por trabajos generales y puntuales (Wilbur 1987, Brabata 1995, Carmona 1995, Howell y Webb 1995).

Limosa fedoa: la mayor parte de los individuos de esta especie se reproduce en la porción central del sur de Canadá y norte de EE.UU., aunque existen reportes desde Alaska (A.O.U. 1998). Inverna desde Columbia Británica hasta Chile, incluido el Golfo de California. Esta especie es la segunda en abundancia en ELP, sólo superada por *Calidris mauri*; se trata de un ave muy común la mayor parte del año que utiliza tanto las zonas costeras como las dulceacuícolas y de la cual algunos ejemplares veranean en el área (Tabla I.1). La presencia de esta especie a lo largo de las costas del Pacífico y del Golfo de California ha sido previamente referida por Wilbur (1987), Brabata (1995), Carmona (1995), y Howell y Webb (1995), entre otros.

Arenaria interpres: su ámbito reproductivo va desde el norte de Alaska e Islas del Ártico canadiense, e inverna desde Columbia Británica hasta Tierra del Fuego (A.O.U. 1998). Dado que es una especie con afinidad por sustratos costeros rocosos, mismos que no son comunes en ELP, su presencia en la zona es rara en otoño e invierno y nula en verano (Tabla I.1). Su presencia en la región ha sido señalada por Wilbur (1987) y Howell y Webb (1995), aunque existe un solo reporte específico de su presencia (Carmona 1995).

Arenaria melanocephala: esta especie se reproduce en el oeste y sur de Alaska e inverna desde el sur de Alaska hasta la parte sur de la península de Baja California y centro de Sonora, México (A.O.U. 1988). De forma similar al

caso anterior, esta especie prefiere los ambientes rocosos y costeros. En la Ensenada de La Paz, ha sido avistada en contadas ocasiones en playas arenosas durante otoño e invierno. Lo anterior permite catalogarla como rara, misma que desaparece de la zona en el verano (Tabla I.1). El uso de la ensenada por esta especie ha sido ya referido en algunos trabajos generales (c. f. Wilbur 1987, Howell y Webb 1995), pero existen muy pocos registros puntuales (Carmona 1997).

Calidris canutus: se reproduce en el norte y noroeste de Alaska y en las islas del Ártico canadiense, invernando en el Pacífico desde Washington hasta Tierra del Fuego (A.O.U. 1998). En México está presente en invierno a lo largo de todas sus costas (Howell y Webb 1995). En la Península de Baja California su presencia ha sido clasificada desde rara transeúnte de primavera y otoño (Grinnell 1928), migrante poco común y visitador de invierno (Wilbur 1987, Howell y Webb 1995), con algunos ejemplares veraneantes (Howell y Webb 1995), hasta visitador de invierno, común en época migratoria (Howell *et al.* 2001). Existe un solo registro con dos ejemplares para la Ensenada de La Paz (Grinnell 1928, Wilbur 1987). Recientemente (marzo de 2002) se capturó un ejemplar adulto en la playa El Centenario dentro de ELP (Carmona *et al.* 2003a). Aparentemente se trata de un visitante migratorio ocasional, con una única observación previa en febrero de 1993 (Carmona 1995). Este es el segundo registro de la especie en la zona de la Bahía de La Paz (Tabla I.1).

Calidris alba: se reproduce en el norte de Alaska y norte de la Bahía de Hudson, Canadá, e inverna en la costa Pacífico desde el sur de Alaska hasta Tierra del Fuego (A.O.U. 1998). En México inverna en todas sus costas, incluyendo el Golfo de California (Howell y Webb 1995). Esta especie prefiere ambientes arenosos con oleaje fuerte (A.O.U. 1998); si bien es cierto que en la ensenada existen zonas arenosas, el oleaje ahí es mínimo. Por lo anterior, dicha zona es poco frecuentada por esta especie de afinidad costera, la cual es catalogada como poco común, sin representantes en verano (Tabla I.1). Aunque la región de la ensenada está incluida en su ámbito de invernación (Wilbur 1987, Howell y Webb 1995), la cantidad de aves y la frecuencia de utilización es baja (Carmona 1995).

Calidris pusilla: se reproduce en el norte y oeste de Alaska y en las islas del Ártico canadiense, siendo casual en invierno, en las costas del Pacífico desde Chiapas hasta Chile (A.O.U. 1998). El playero semipalmeado migra fundamentalmente por la costa atlántica, e inverna en el sur de Florida, Bahamas y Mar Caribe. En 1992 se publicaron los primeros registros para la porción norte de la Península de Baja California, cinco observaciones todas realizadas entre agosto y septiembre (Wurster y Rademaker 1992). Estos registros son retomados en dos trabajos recientes, que lo definen como un raro transeúnte en bajos números (Howell *et al.* 2001, Wurster *et al.* 2001). No existen reportes para Baja California Sur. Recientemente se realizaron 10 capturas del playero semipalmeado (Carmona *et al.* 2003a), todas ellas

realizadas en ELP. Ocho se verificaron en otoño, una en invierno y una más en primavera. En todos los casos se ha capturado un ave a la vez. Siete de las aves fueron atrapadas en las lagunas de oxidación y tres en la costa. Ocho de los organismos fueron juveniles y dos adultos. Dos ejemplares fueron depositados en el Museo de Historia Natural de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (MHNUABCS), mismos que tienen los números de catálogo 0330 y 0333. Según los registros, esta especie puede ser considerada, en ELP como transeúnte de otoño poco común, con preferencias por el ambiente dulceacuícola. Adicionalmente se observó un predominio de juveniles, en concordancia con lo registrado para Baja California (Wurster y Radamaker 1992, Wurster *et al.* 2001). Se resalta que estos son los primeros registros para Baja California Sur.

***Calidris mauri*:** esta especie se reproduce en las islas del Mar de Bering y en las costas norte y oeste de Alaska, inverna en la costa pacífica desde Washington hasta Perú (A.O.U. 1998). Para México se indica que inverna en toda la costa del Pacífico y del Atlántico y en la porción centro-norte del país y es un transeúnte de la parte norte (Howell y Webb 1995). En la Ensenada de La Paz es la especie más abundante (Fernández *et al.* 1998). Utiliza tanto el ambiente dulceacuícola como el costero (Carmona *et al.* 2003b), pero su concurrencia en ellos es diferente; en la costa es muy común en primavera, otoño e invierno y rara a poco común en verano (Fernández *et al.* 1998, obs. pers.), mientras que en la zona dulceacuícola es muy común en otoño e inicios

de invierno y desaparece de ella el resto del año (Zamora-Orozco 2001). En concordancia con lo registrado en Panamá (A.O.U. 1998), algunos individuos veranean en el área.

Calidris minitilla: se reproduce en todo Alaska, excepto su parte noreste y a lo largo de la parte norte de Canadá, inverna en la costa Pacífico desde Washington hasta Chile (A.O.U. 1998). Para México se indica que inverna a lo largo de todo el país (Howell y Webb 1995). En ELP es una especie abundante (Carmona 1997, Zamora-Orozco 2001, Sauma 2006), utilizando tanto el ambiente dulceacuícola como el costero (Carmona *et al.* 2003b, Sauma 2006). Igual que en el caso anterior, su presencia en cada ambiente es diferente; en la costa es entre común y muy común en primavera, otoño e invierno y ausente en verano (Sauma 2006); en cambio en la zona dulceacuícola es muy común a común en otoño e inicios de invierno y desaparece de ella el resto del año (Sauma 2006). No se tienen registros de individuos veraneantes.

Calidris melanotos: se reproduce en el oeste y norte de Alaska y en la porción central del norte de Canadá, inverna en Sudamérica (A.O.U. 1998), todo el territorio mexicano es indicado como zona de paso (Howell y Webb 1995). Para la Península de Baja California ha sido considerado como un transeúnte de otoño desde inicios del siglo pasado (Brewster 1902, Grinnell 1928). En lo anterior, todos los autores coinciden; sin embargo, en lo que respecta a su abundancia, Wilbur (1987) lo clasificó como un raro transeúnte otoñal; en contraste, diferentes observaciones indican que se trata de un transeúnte

regular, e incluso común en la península (Atwood y Collins 1993, Howell y Payle 1993), de forma semejante a lo propuesto para California (Garret y Dunn 1981). Existen cinco registros recientes (1991-1997) para Baja California Sur, todos realizados entre septiembre y octubre; en los cuatro casos donde se indica el grupo de edad, se trató de individuos juveniles (Howell y Payle 1993, Wurster *et al.* 2001), pero ninguno de ellos hizo referencia a la Bahía ó la Ensenada de La Paz. Recientemente se capturaron cuatro ejemplares de playero pectoral (Carmona *et al.* 2003a). En tres de ellas un solo individuo y dos aves en la restante. De las cinco aves atrapadas, tres fueron juveniles y dos adultos. Uno de estos últimos (una hembra) fue depositado en el MHNUABCS (No. catálogo 0326). En todos los casos, las capturas se realizaron en las lagunas de oxidación. Las fechas de captura constatan que se trata de transeúntes otoñales. La baja frecuencia de captura y observación sugiere que, al menos para la Ensenada de La Paz, esta especie es un transeúnte ocasional, en concordancia con lo propuesto por Wilbur (1987, Tabla I.1). Los datos aquí presentados son los primeros registros de playero pectoral para la Bahía y la Ensenada de La Paz.

***Calidris alpina*:** esta especie se reproduce en el noroeste de Alaska y norte de Canadá en la Bahía de Hudson, e inverna desde el sur de Alaska hasta Nayarit, incluidas ambas costas de la península de Baja California (A.O.U. 1998, Howell y Webb 1995). En ELP se trata de una especie común, puede ser vista tanto en las lagunas de oxidación (Carmona *et al.* 2003a) como en la costa (Carmona

1995) y abandona totalmente el área en el verano (Tabla I.1). De manera similar al caso anterior, la región sur de la península es indicada como un área común de invernación (Howell y Webb 1995).

Calidris ferruginea: el playero zarapito se reproduce en Alaska, Eurasia y Siberia, inverna desde las islas británicas, el Mediterráneo y Medio Oriente, hasta la India, Tailandia y el sur de África (A.O.U. 1998). Se han reportado observaciones para el Caribe, por ejemplo Barbados, Puerto Rico e Islas Vírgenes (Canevari *et al.* 2001). Ha sido clasificado como un raro pero regular vagabundo de Norteamérica, con probable concurrencia en el este de México (Howell y Webb 1995). Sin embargo, existe un solo registro conocido para México, el cual fue realizado en la península de Yucatán (Wilson *et al.* 1997). En noviembre de 2001, un ejemplar de playero zarapito fue capturado en las lagunas de oxidación aledañas a la ciudad de La Paz, B.C.S. (Carmona *et al.* 2003a). El ave, un macho juvenil, fue incorporada al MHNUABCS (No. catalogo 0325). Días antes de su captura, presumiblemente el mismo ejemplar, fue observado en un sitio cercano (Erickson *et al.* 2002). Esta especie debe ser considerada como ocasional y sumamente rara en la península de Baja California, (Tabla I.1). El registro aquí indicado es el primero para la costa Pacífico de México y el primero con ejemplar para el país.

Calidris himantopus: se reproduce en el Norte de Alaska y Canadá, incluida la parte sur de la Bahía de Hudson e inverna en el Pacífico, desde Nayarit hasta Chile (A.O.U. 1998). El playero zancón es casual en el norte y centro de

California y en general se clasifica como raro en la costa del Pacífico (A.O.U. 1998). Se ha visto en seis ocasiones en Laguna Figueroa en Baja California, siempre entre enero y febrero (Erickson *et al.* 2001); lo anterior sugiere que se trata de un invernante casual de la porción norte de la península, congruente con lo reportado para California (Erickson *et al.* 2001). Sin embargo, recientemente se ha catalogado como un transeúnte (de primavera y otoño) de poco común a regular (Patten *et al.* 2001). En Baja California Sur existe sólo un reporte previo, cuatro ejemplares observados a inicios de enero de 1993 en ELP (Carmona 1995), observación que a juicio de Howell *et al.* (2001) no es confiable. En noviembre de 2001 se capturó un macho adulto de playero zancón en las lagunas de oxidación aledañas a la ciudad de La Paz (Carmona *et al.* 2003a). El ave fue integrada al MHNUABCS con el número de catalogo 0324. Este es el primer registro con ejemplar (confiable) para Baja California Sur. La baja tasa de registros en la Ensenada de La Paz (dos en más de 10 años), indica que en el área, la especie debe ser considerada ocasional (Tabla I.1).

Philomachus pugnax: esta especie se reproduce en Eurasia, desde el norte de Escandinavia, norte de Rusia y de Siberia, hasta el norte de las islas británicas; inverna regularmente desde las islas Británicas, sur de Europa, Irak, Arabia y el Golfo Pérsico, sudeste de China, sur de África, India, Filipinas y Australia (A.O.U. 1998). Es casual en el oeste de Norteamérica, a lo largo de las costas del Pacífico, desde Alaska hasta el norte de Baja California, existen

algunos reportes para Costa Rica, Panamá, Venezuela y Perú (A.O.U. 1998). Existen también algunos registros para islas caribeñas como Barbados, Jamaica y Puerto Rico; y para el continente en Guatemala y el interior de Colombia (Canevari *et al.* 2001). También ha sido visto ocasionalmente en la península de Yucatán (Erickson *et al.* 2001). Para la península de Baja California existen dos registros confiables, ambos realizados en el Estero de Punta Banda, al norte de la región en septiembre de 1995 y 1997 (Erickson *et al.* 2001). Existe un registro previo de esta especie (Warnok *et al.* 1989, en: Erickson *et al.* 2001), pero no está debidamente documentado (Erickson *et al.* 2001). En la Ensenada de La Paz se realizaron observaciones durante tres días consecutivos (10-12 marzo 2004) de un macho adulto en plumaje no reproductivo (presumiblemente el mismo). El ave fue observada en una charca temporal que se forma en las inmediaciones de la Ciudad de La Paz, en compañía de ejemplares de *Tringa melanoleuca*. Se cuenta con registros fotográficos. Dada su baja frecuencia de concurrencia el ave es considerada un visitante ocasional en la Ensenada de La Paz, aparentemente con afinidad por áreas dulceacuícolas. Este es el primer registro para Baja California Sur.

***Limnodromus griseus*:** esta especie se reproduce en las regiones costeras del sur de Alaska y el norte de las zonas central y este de Canadá, e inverte en el Pacífico desde Washington hasta Perú (A.O.U. 1998), se indica su presencia invernal en todos los litorales de México (Howell y Webb 1995).

Limnodromus scolopaceus: se reproduce en las costas del norte y oeste de Alaska e inverna en el Pacífico, desde la Columbia Británica hasta Centroamérica (A.O.U. 1998), se indica su presencia invernal en todo el territorio mexicano, excepto la península de Yucatán (Howell y Webb 1995). Cabe señalar que estas dos especies de *Limnodromus* son muy difíciles de distinguir a cierta distancia en plumaje de invierno (Canevari *et al.* 2001). Pese a dicha dificultad, la presencia de ambas especies en ELP se ha corroborado mediante capturas (con redes de niebla) en diferentes ocasiones. Sin embargo, durante los recorridos (censos) se incluyen ambas especies en una misma unidad genérica; por lo que su asignación se realizará de esta forma. Es un género entre muy común y común de observar en los dos ambientes (dulceacuícola y costero) de ELP, no presenta individuos veraniegos (Tabla I.1), desaparece del área entre abril y junio. Es remarcable que sus números sufren fuertes oscilaciones durante el otoño, probablemente como un indicativo de oleadas migratorias. La presencia de estas aves en la región ha sido consignada en diferentes ocasiones (Wilbur 1987, Carmona 1995, Howell y Webb 1995).

Gallinago gallinago: se reproduce desde el norte de Alaska hasta la parte central de EE.UU. e inverna desde la Columbia Británica hasta Colombia y Venezuela (A.O.U. 1998); se indica su presencia en todo el territorio mexicano (Howell y Webb 1995). Para la península de Baja California existen registros de inicios del siglo pasado que indican la presencia de la agachona común en

números considerables en la región del Cabo (Brewster 1902, Grinnell 1928). Aunque recientemente ha sido considerado desde un migrante poco común a lo largo de la península (Wilbur 1987, Howell *et al.* 2001), hasta un migrante común y visitador de invierno de tránsito poco notorio (Patten *et al.* 2001). Para ELP, previo al registro aquí presentado, la agachona común sólo había sido observada en una ocasión en el otoño de 1998, en el tanque de almacenamiento del Ejido El Centenario (Castillo-Guerrero y Carmona 2001). En diciembre de 2001 se capturó un ejemplar en las lagunas de oxidación. Se trató de una hembra adulta, misma que fue incorporada a la colección del MHNUABCS (No. catálogo 0332). Esta especie, al menos para ELP debe ser considerada como un transeúnte ocasional con afinidad por los ambientes dulceacuícolas, en concordancia con lo propuesto por Wilbur (1987; Tabla I.1). El dato aquí presentado es el segundo para la Bahía y Ensenada de La Paz y el primero con ejemplar.

Phalaropus tricolor: se reproduce en la zona centro-oeste del sur de Canadá y norte de EE.UU.; inverna en Sudamérica hasta Perú y Chile (A.O.U. 1998); todo el territorio mexicano es indicado como zona de paso (Howell y Webb 1995). En la Ensenada de La Paz, se trata de una especie poco común en primavera y común en otoño, con algunas aves invernantes. La especie presenta una marcada afinidad por las zonas dulceacuícolas (Castillo-Guerrero 2000, Zamora-Orozco 2001) y no presenta individuos invernantes ni veraniegos (transeúnte) (Tabla I.1).

Phalaropus lobatus: esta especie se reproduce en Alaska y el norte y oeste de Canadá, hasta la Bahía de Hudson e inverna desde el Pacífico sur de México (Guerrero) hasta Sudamérica (Perú, Bolivia y Paraguay) (Howell y Webb 1995, A.O.U. 1998). El falaropo de cuello rojo sólo ha sido visto una vez en la zona costera de ELP (noviembre de 1996, dos ejemplares; Carmona 1997), por lo que ha sido clasificada como ocasional, sin aves veraneantes y de afinidad marina. Se ha indicado que la Bahía de La Paz es utilizada como zona de paso, sin embargo la ausencia de registros indica un uso intermitente. En contraste, en la salina de Guerrero Negro (en la porción media de la península), pueden ser vistas recurrentemente en otoño (hasta 60,000 de aves; Danemann *et al.* 2002).

ESPECIES DE PRESENCIA HIPÓTETICA

Charadrius montanus: la única fuente reciente que menciona esta especie es Wilbur (1987) y retoma un único registro mencionado en Grinnell (1928).

Aphriza virgata: esta especie es indicada por dos trabajos generales (Howell y Webb 1995, N.G.S. 2002), en ningún caso se dan pormenores de los avistamientos.

Calidris bairdii: existe un solo registro de esta especie (Lamb 1927), el cual es citado por Wilbur (1987), aparentemente con base en éste Howell y Webb (1995) lo catalogan como una especie de tránsito en la zona.

Phalaropus fulicaria: dos citas generales indican la presencia de esta especie en la región de La Paz (Howell y Webb 1995, A.O.U. 1998), la primera lo cataloga como un ave de tránsito e internación, la segunda indica sólo tránsito. Adicionalmente Wilbur (1987) retoma el registro realizado por Banks (1963), para Isla Cerralvo, aunque este último sitio está fuera de la Bahía de La Paz.

DISCUSIÓN

En la única compilación referente a las aves acuáticas de la Bahía de La Paz (Carmona y Ramírez 1997), se enlistan 31 especies de aves playeras. Es pertinente mencionar que se trata de aves vistas en la bahía, mientras que el listado presente incluye sólo a la Ensenada de La Paz; pese a lo anterior el número total se vio incrementado. Adicionalmente, la lista antes citada incluye cuatro especies no consideradas en el trabajo presente. Es probable que, al menos para *Aphriza virgata* y *Phalaropus fulicaria*, los registros aparentes se hallan realizado fuera de los límites de la ensenada, donde no se ha realizado un esfuerzo de la magnitud del realizado en su interior. Hay un registro anecdótico de *Aphriza virgata* en 1988 para un pequeño islote de la Bahía de La Paz (R. Carmona, obs. pers.).

En situación semejante se encuentra *Charadrius montanus*, pues el esfuerzo llevado a cabo en ambientes terrestres es bajo. Es pertinente aclarar que las cuatro especies del listado hipotético son indicadas en trabajos muy generales (Howell y Webb 1995, N.G.S. 2002), en los cuales en aras de una amplia cobertura espacial pudieran darse algunas faltas de precisión locales; o se trata

de registros muy antiguos (v.g. para *Calidris bairdii* y *Charadrius montanus*). Wilbur (1987) menciona como fuentes originales a Lamb (1927) y Grinnell (1928), respectivamente.

Los registros presentados elevan a 36 el número de especies de aves playeras cabalmente observadas en la Bahía de La Paz. Es probable que este incremento se encuentre en relación directa con el esfuerzo aplicado, sobre todo en los ambientes dulceacuícolas. Lo anterior resalta la importancia de estas zonas artificiales, pues se trata de ambientes poco usuales en la región de La Paz, incluso se ha manifestado que sostiene una ornitofauna marcadamente diferente a la de la zona costera aledaña (Carmona *et al.* 2003b). Independientemente del esfuerzo, la Ensenada de La Paz actualmente ocupa el primer lugar en la República mexicana en cuanto a riqueza específica de aves playeras.

CONCLUSIONES

1. En la Ensenada de La Paz, en probable relación con el esfuerzo realizado, se han registrado 36 especies de aves playeras, la riqueza más alta reportada para el país.
2. Además del notorio esfuerzo, la diversidad de ambientes permite explicar este alto número de especies, pues en la zona se encuentran: playas arenosas y lodosas y ambientes dulceacuícolas apropiados para estas especies.

3. En la zona concurren tanto especies de reproducción local (V. gr. *Charadrius alexandrinus*) como otras típicamente migratorias (V. gr. *Limosa fedoa*), además ELP es usada como sitio de escala por algunas especies (V. gr. *Phalaropus tricolor*) y como zona de invernación por otras (V. gr. *Calidris mauri*).
4. Las aves playeras locales y migratorias, representan numéricamente el componente de mayor importancia de la ornitofauna local.

Tabla 1.1 Lista de especies de aves playeras registradas en la Ensenada de La Paz. Incluye: su **Abundancia Cualitativa** por:

- a) Estación del año: **MC**= muy común, se observan durante su estancia regularmente más de 100 individuos; **C**= común se observan regularmente entre 10 y 100 individuos; **PC**= poco común, se observan con regularidad, pero la mayoría de las veces entre uno y 10 organismo; **R**= rara, se observan ocasionalmente en bajos números, **O**= ocasional, registrada sólo esporádicamente y **A**= ausente en esa estación del año;
- b) Tipo de Presencia: **R**=residente, con poblaciones reproductivas en el área y sin la aparente llegada de aves migratorias; **MI**= migratoria, observable sólo una parte del año, con población invernante; **T**= transeúnte, observable una parte del año, sin población invernante (sólo de paso); **RM**= poblaciones residentes incrementadas con la llegada de individuos migratorios y **MV**= migratorios invernantes con fracciones poblacionales presentes todo el año (veraneando);
- c) Presencia Reproductiva: registros de anidación en la Ensenada de La Paz y zonas aledañas;
- d) Ambiente Común de Observación: **DA**= dulceacuícola, **M**= marino y **AM**= ambos.

Abundancia estacional

Especie	Inv.	Prim.	Oto.	Ver.	Pres.	Rep.	Ambiente
Familia Charadriidae							
<i>Pluvialis squatarola</i>	C	PC	A	C	MI		M
<i>Pluvialis dominica</i> ⁴	A	O	A	A	T		M
<i>Charadrius alexandrinus</i>	C	C	PC	C	RM	√	M
<i>Charadrius wilsonia</i>	C	C	C	MC	RM	√	M
<i>Charadrius semipalmatus</i>	MC	C	R	MC	MV		AM
<i>Charadrius vociferus</i>	C	C	C	C	R	√	DA
Familia Haematopodidae							
<i>Haematopus palliatus</i>	C	C	C	MC	RM	√	M
Familia Recurvirostridae							
<i>Himantopus mexicanus</i>	MC	C	C	MC	RM	√	DA
<i>Recurvirostra americana</i>	C	PC	PC	C	RM	√	AM
Familia Scolopacidae							
<i>Tringa melanoleuca</i>	C	PC	A	C	MI		AM

<i>Tringa flavipes</i>	C	PC	A	C	MI	AM
<i>Tringa solitaria</i> ^{4*}	O	A	A	A	T	DA
<i>Tringa semipalmata</i>	MC	C	PC	MC	MV	M
<i>Heteroscelus incanus</i>	O	O	A	A	T	M
<i>Actitis macularius</i>	PC	PC	A	C	MI	AM
<i>Xenus cinereus</i> ¹	O	O	A	O	T	M
<i>Numenius phaeopus</i>	C	C	PC	MC	MV	M
<i>Numenius americanus</i>	C	PC	PC	C	MV	M
<i>Limosa fedoa</i>	MC	MC	C	MC	MV	AM
<i>Arenaria interpres</i>	R	A	A	R	T	M
<i>Arenaria melanocephala</i>	R	A	A	R	T	M
<i>Calidris canutus</i> ⁵	O	O	A	O	T	M
<i>Calidris alba</i>	PC	R	A	PC	MI	M
<i>Calidris pusilla</i> ^{3*}	O	O	A	O	T	AM
<i>Calidris mauri</i>	MC	MC	PC	MC	MV	AM
<i>Calidris minutilla</i>	MC	C	A	MC	MI	AM
<i>Calidris melanotos</i> ^{4*}	A	A	A	O	T	DA
<i>Calidris alpina</i>	C	PC	A	C	MI	AM
<i>Calidris ferruginea</i> ^{2*}	A	A	A	O	T	DA
<i>Calidris himantopus</i> ^{3*}	A	A	A	O	T	DA
<i>Philomachus pugnax</i> ^{3*}	A	O	A	A	T	DA
<i>Limnodromus griseus</i>	MC	C	A	MC	MI	AM
<i>Limnodromus scolopaceus</i>	MC	C	A	MC	MI	AM
<i>Gallinago gallinago</i> ^{5*}	O	A	A	O	T	DA
<i>Phalaropus tricolor</i>	R	PC	A	C	T	DA
<i>Phalaropus lobatus</i>	A	A	A	O	T	M

Nuevos registros para: 1) México, 2) el Pacífico mexicano, 3) Baja California Sur, 4) Bahía de La Paz, 5) confirmación para Baja California Sur, * se cuenta con ejemplar.

CAPÍTULO 2

DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE AVES PLAYERAS EN LA ENSENADA DE LA PAZ, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

Distribución y abundancia de aves playeras en la Ensenada de La Paz, Baja California Sur, México

RESUMEN

La Ensenada de La Paz es la única zona con sustratos lodosos de la costa sudoriental de la Península de Baja California, por lo que es profusamente utilizada por las aves playeras. Para describir la composición, distribución y abundancia específica de estas aves se realizaron 24 censos quincenales, entre la segunda quincena de noviembre de 1996 y la primera de noviembre de 1997. Se identificaron 22 especies (20 migratorias). Los cambios observados tanto en la riqueza específica (de 8 a 20 para mayo y diciembre, respectivamente) como en la abundancia de individuos (de 300 a 15,000 en mayo y octubre, respectivamente) a través del tiempo están relacionados con la presencia de especies migratorias e invernantes. Las mayores abundancias se observaron en otoño e invierno, con escasa importancia numérica en la primavera. Las áreas más utilizadas fueron las que presentaron una amplia zona intermareal y sustratos finos (lodos), de la porción sur de la Ensenada de La Paz. Las especies más abundantes fueron *Calidris mauri* (67.8% del total observado), *Limosa fedoa* (9.6%) y *Charadrius semipalmatus* (5.4%). Los resultados presentaron permitieron que la Ensenada de La Paz fuera incluida en la Red Hemisférica de Reservas para Aves Playeras como un Sitio de Importancia Regional.

PALABRAS CLAVE: Aves playeras, composición, distribución espacial-temporal, Ensenada de La Paz, península de Baja California.

INTRODUCCIÓN

Las aves playeras son, junto con los anátidos, el grupo de aves acuáticas migratorias más abundante en el Corredor del Pacífico, mismo que incluye a la Península de Baja California (Paulson 1993). Las aves migrantes frecuentemente explotan recursos cíclicos en lugares que no soportan un uso continuo (Erwin *et al.* 1986), por lo que se vuelven dependientes de una secuencia específica de sitios eslabonados a lo largo de su ruta migratoria.

El crecimiento poblacional humano y sus actividades inherentes han traído como consecuencia la degradación de hábitat esenciales en la ruta migratoria de las aves migratorias (Myers 1983). En algunas regiones de la península de Baja California, la pérdida del hábitat y el disturbio humano han afectado notablemente la abundancia y distribución de las comunidades de aves acuáticas (Guzmán *et al.* 1994, Massey y Palacios 1994).

En Baja California Sur, México, la zona con mayor crecimiento urbano se ubica en la Ensenada de La Paz, donde se localiza la capital del estado. En esta región existen sólo dos trabajos publicados sobre distribución y abundancia temporales de la comunidad de aves costeras, incluidas las playeras (Llinas *et al.* 1989, Carmona 1995); ambos realizados en áreas muy específicas de la zona, el manglar Zacatecas y la playa El Conchalito. Por lo que el comportamiento general de la ensenada se desconoce. Además, recientemente buena parte de la zona se está urbanizando sin que medie ningún plan de manejo. La información aquí presentada describe la composición específica y

los cambios espaciales y temporales en la riqueza y la abundancia de aves playeras, para así contribuir a la creación de las bases de datos requeridas para dichos planes.

ÁREA DE ESTUDIO

La mayor parte del perímetro interior de la Bahía de La Paz presenta sustratos rocosos y arenosos (Carmona y Ramírez 1997). En la parte sur de la misma, se localiza la laguna costera denominada Ensenada de La Paz (en adelante ELP). La ensenada se encuentra separada de la bahía del mismo nombre por una barra arenosa de 11.5 km de longitud, El Mogote (Figura 2.1; Cruz-Orozco *et al.* 1989).

La Ensenada de La Paz es un cuerpo de agua somero con una superficie de 45 km², cuya profundidad máxima no rebasa los 10 m. Está comunicada con la Bahía de La Paz por un canal de aproximadamente 1 km de ancho y 4 km de largo. En ELP el litoral va de arenoso a fangoso-limoso en su parte sur (García-Domínguez 1991), donde existe una amplia zona intermareal. En los márgenes de la ensenada se asienta la ciudad de La Paz, capital del Estado de Baja California Sur, misma que tiene una población aproximada de 200,000 habitantes; dada la cercanía de la ciudad a la ensenada, esta última presumiblemente se encuentra sometida a impactos inducidos por la población (Cruz-Orozco *et al.* 1989).

MATERIALES Y MÉTODOS

Mediante estudios previos de distribución de mangle y tipos de sustrato (García-Domínguez 1991, Mendoza *et al.* 1984) se delimitaron 24 áreas de costa que conforman la Ensenada de La Paz (*cf.* Brabata 2001). Una vez delimitadas las 24 áreas (Figura 2.1), éstas se visitaron quincenalmente a partir de la segunda quincena de noviembre de 1996 y hasta la primera quincena de noviembre de 1997, completando así 24 censos. Estos censos fueron de dos tipos: (1) en las playas en las que la pendiente lo permitió, se identificó y contó desde una embarcación; esto se realizó en 18 de las 24 zonas; (2) en las playas en las que existe una amplia zona de mareas se caminó paralelamente a la línea de costa, a una distancia mínima de 50 m de los grupos de aves (áreas 6 y 9 a 13). Ambos tipos de censos se realizaron simultáneamente.

En todos los casos, se procuró realizar los censos durante mareas muertas con un nivel bajo, para tratar de minimizar el efecto de los posibles movimientos locales de las aves; por lo anterior, la hora de inicio fue variable, aunque siempre se consideró iniciar a una hora tal que permitiera finalizar con una luminosidad adecuada; la duración de los censos varió temporalmente, en función a la abundancia de las aves (mínimo 1:50 h, primera quincena de mayo; máximo 3:45 h, segunda quincena de octubre). Las especies se identificaron con ayuda de binoculares (8x y 10x) y telescopios (15-60x).

Las aves fueron contadas directamente cuando sus números lo permitieron (aproximadamente <300), utilizando para ello el método de barrido. Al encontrar

bandadas mayores, su abundancia se estimó utilizando la metodología desarrollada por Page *et al.* (1979), tomando en cuenta las sugerencias de Kasprzyk y Harrington (1989), en lo que respecta a la estandarización de las estimaciones. El orden de presentación de las aves se apega a lo propuesto por la A.O.U. (1998).

Para facilitar la lectura del trabajo se abreviaron los nombres de las quincenas, utilizando la inicial del mes y la consonante inmediata, seguidas de la quincena correspondiente (1 o 2), así Jn1 y Jl2, corresponden, respectivamente a la primera quincena de junio y a la segunda de julio.

RESULTADOS

Riqueza y abundancia globales de aves playeras

A lo largo del año se observó un total de 22 especies de aves playeras utilizando la ensenada, con un mínimo estimado de 21,865 individuos (Tabla II.1). Las especies más abundantes fueron *Calidris mauri* (67.8% del total observado), *Limosa fedoa* (9.6%), *Charadrius semipalmatus* (5.4%), *Tringa semipalmata* (3.1%), *Charadrius wilsonia* (2.7%), *Calidris minutilla* (2.4%), *Numenius phaeopus* (2.2%), *Limnodromus* spp. (2.1%) y *Numenius americanus* (1.1%); las 13 especies restantes presentaron menos del 1% de abundancia total acumulada.

Distribución espacial

Respecto a la abundancia específica acumulada por zonas (Figura 2.2), se notó un claro predominio de las áreas 9 a 12, donde se presentó el 90% del total de registros realizados. Se encontraron dos grupos de zonas con valores particularmente bajos, 1 a 5 y 20 a 24. Además la mayor parte de los registros se llevaron a cabo entre el invierno y el otoño, con números muy bajos en primavera (Figura 2.2).

Distribución temporal

La riqueza específica presentó sus valores máximos entre Sp2 y Fb2, a partir de esta fecha inició una disminución constante, para alcanzar sus valores menores entre Ab1 y Jl2, con un mínimo en My2. Posteriormente la riqueza volvió a aumentar, para presentar valores altos, aunque con marcadas oscilaciones, entre Sp2 y Nn1 (Figura 2.3). El comportamiento de la abundancia fue similar, pero temporalmente ésta disminuyó antes que la riqueza y alcanzó valores más bajos entre Mr2 y Jl1, a partir de esta quincena inició un incremento constante. Se denotan claramente dos grupos máximos de abundancia, uno entre octubre y noviembre y otro en enero (Figura 2.3).

Registro de especies

Fue claro el predominio numérico de unas pocas especies, ya que con sólo tres de ellas (*C. mauri*, *L. fedoa* y *Ch. semipalmatus*; Figura 2.4), se alcanzó el 84% de los registros.

Caliris mauri: este playerito mostró el patrón típico de las aves migratorias para el otoño, invierno y verano, pues desapareció del área entre Mr2 y Jl1, y alcanzó sus números máximos en el otoño, aunque con fluctuaciones notorias (Sp2 a Nv1). En el invierno presentó números relativamente estables, aunque con abundancias altas en enero; en contraste con el patrón típico de otras zonas (Colwell 1994), en primavera no fue detectado incremento en sus números (Figura 2.4A).

Limosa fedoa: esta especie estuvo presente durante todo el año, incluyendo el verano. En otoño presentó abundancias medias (Ag1 a Oc1) con un máximo en Oc2. Entre Dc2 y Mr1 mantuvo números altos y relativamente constantes. A partir de marzo inició un descenso rápido, mismo que la llevó a alcanzar sus valores mínimos entre My2 y Jl1 (Figura 2.4B). En concordancia con lo observado para *C. mauri*, no se detectó el paso de primavera.

Charadrius semipalmatus: esta especie mostró un sólo incremento notorio en otoño, particularmente en Oc2; fuera de éste incremento, las abundancias fueron más bajas. Se observó un ligero repunte en En1, la especie desapareció de la zona entre My1 y Jn1; (Figura 2.4C). Aparentemente el área es mayormente utilizada como zona de paso migratorio.

Tringa semipalmata: los individuos de esta especie estuvieron presentes todo el año. En otoño se observaron alrededor de 150 aves, mientras que en invierno se observaron las abundancias máximas (ca. 250 ind.). En ELP veranearon entre 30 y 50 individuos.

Otros chorlos: adicionalmente, nosotros observamos tres especies más de chorlos: *Charadrius wilsonia*, *Pluvialis squatarola* y *Charadrius alexandrinus*. *Ch. wilsonia* presentó sus abundancias máximas en Fb2 y sus mínimas entre Julio y Agosto (50 aves), el resto del año presentó una abundancia homogénea con aproximadamente 150 individuos. *P. squatarola* presentó aves veraneantes en la ensenada (10 a 20), con una abundancia homogénea en otoño (50 ind.) y con las abundancias máximas en En2, con poco más de 100 aves. *Ch. alexandrinus* mostró bajas abundancias la mayor parte del año (ca. 30 ind.), con sólo dos repuntes notorios en Nv2 y Dc1, al registrarse entre 100 y 200 individuos. Cabe mencionar que tanto *Ch. alexandrinus* como *Ch. wilsonia* presentan pequeños grupos anidantes en ELP (Capítulo 1).

Otros playeros: Adicionalmente cinco especies de playeros pequeños fueron distinguidas. *Calidris minutilla* se ausentó del área entre Mayo y Septiembre, en otoño se observaron abundancias medias (200 a 300 aves), con sus números más altos en invierno (Fb2). *Calidris alpina* estuvo ausente de ELP entre Abril y Septiembre; en otoño presentó abundancias bajas (30 aves), mientras que en la mayor parte del invierno se observaron cerca de 70 aves, con un pico muy pronunciado en En1. *Calidris alba* estuvo ausente del área entre Mayo y Agosto, en general se observaron menos de 10 aves, con un solo incremento notorio en En2 (141 aves). *Actitis macularius* se ausentó de ELP entre Mayo y Julio, en el tiempo restante se observaron recurrentemente en bajos números

(menos de 10 aves). *Calidris canutus* se observó sólo en cuatro ocasiones, en dos de ellas un solo individuo, en Fb2 se observó su máximo con 28 aves.

Zapapicos (*Numenius phaeopus* y *N. americanus*): *N. phaeopus* se observó durante todo el año; la mayor parte del tiempo se vieron poco menos de 100 aves; esta especie fue la única que alcanzó sus valores máximos en otoño temprano (Jl2). *N. americanus* fue una especie que también se observó todo el año, con un grupo veraneante de 10 a 20 aves, el resto del año se observaron de 60 a 100 individuos sin patrón aparente.

Correlimos (*Limnodromus griseus* y *L. scolopaceus*): durante los censos y dada la dificultad de identificación en plumaje de invierno, se incluyeron ambas especies en una misma unidad genérica. Los correlimos se ausentaron de ELP entre Abril y Junio. Las aves arribaron a la zona en Ag2 y permanecieron en ella en números estables (cerca de 150 aves) tanto en otoño como en invierno.

***Recurvirostra americana* e *Himantopus mexicanus*:** *R. americana* presentó sus números máximos en otoño e invierno, pero con fuertes oscilaciones, se observaron ejemplares en verano. Sus números máximos se observaron en Nv2. *H. mexicanus* sólo se observó en dos ocasiones Mr1 (tres aves) y Ag2 (un individuo). Se ha indicado la reproducción, en bajos números, de estas dos especies en un humedal dulceacuícola adyacente a ELP, las lagunas de oxidación (Carmona *et al.* 2000; Capítulo I).

Pata-amarillas (*Tringa melanoleuca* y *T. flavipes*): *T. melanoleuca* estuvo ausente del área entre Mayo y Junio, a inicios de otoño incrementó sus

números (30 aves), a finales de otoño alcanzó sus máximas abundancias (alrededor de 60 individuos). En invierno mostró fuertes oscilaciones. *T. flavipes* presentó individuos veraneantes (10 ind.), a inicios de otoño incrementó ligeramente su abundancia (20 ind.), sus números máximos los alcanzó entre finales de otoño e invierno (ca. 35 ind.), sin un patrón aparente.

***Haematopus palliatus*:** esta especie presentó sus valores máximos en otoño (30 aves) y sus mínimos a fines del invierno e inicios de primavera (4 individuos), el resto del año se vieron generalmente alrededor de 15 ejemplares. En la ensenada existen reportes de la anidación de esta especie, en bajos números (Palacios 1988, Carmona *et al.* 1994).

***Arenaria interpres*:** esta especie se observó sólo en dos ocasiones, Dc2 dos aves y Sp2 ocho individuos. Lo anterior se relaciona con la escasez de sustratos rocosos dentro de ELP, los preferidos por esta especie.

***Phalaropus lobatus*:** dos ejemplares de esta especie fueron detectados una sola vez en Nv2.

Cronología migratoria

En la Tabla II.2 aparecen las especies cuya abundancia total acumulada fue superior al 1%. Se indica el porcentaje de abundancia acumulada que le correspondió a cada estación del año (invierno= Diciembre a Febrero, primavera= Marzo y Abril, verano= Mayo a Julio, y otoño=Agosto a Noviembre). Se evidencian tres tipos de comportamientos: el que corresponde a las

especies pequeñas y medianas (*C. mauri*, *Ch. semipalmatus*, *C. minutilla* y *Limnodromus* spp.), en este caso los porcentajes de primavera y verano en conjunto representaron, en general, menos del 10% del total. El grupo de las aves grandes (*L. fedoa*, *C. semipalmatus*, *N. phaeopus* y *N. americanus*), en cuyo caso la abundancia acumulada de primavera y verano fue superior al 20% y el de *Ch. wilsonia*, especie que presentó porcentajes muy similares en todas las estaciones. Es importante remarcar que, salvo para la última especie, la primavera presentó abundancias porcentuales bajas (entre 5 y 18%).

DISCUSIÓN

Riqueza y abundancia generales de aves playeras

El número de especies es inferior al registrado en otros humedales de la península, como Punta Banda y Bahía San Quintín con 29 especies cada uno (Massey y Palacios 1994). En ELP se han registrado 24 especies de aves playeras (Massey y Palacios 1994), 20 de ellas son coincidentes con nuestras observaciones. Las seis especies restantes (cuatro registradas sólo por Massey y Palacios (1994) y dos por nosotros), presentan bajas abundancias. Recientemente se ha indicado que hasta 36 especies de aves playeras utilizan la Ensenada de La Paz (Carmona *et al.* 2003a, Capítulo 1). La diferencia con lo aquí presentado es ocasionada porque en estos registros se incluyen más de un año de observación y se incluyen también especies observadas en ambientes dulceacuícolas aledaños a la ensenada. La mayoría de las especies ausentes en nuestro trabajo presentan bajas abundancias e incluso se trata de

nuevos registros para la región, como los casos de *Xenus cinereus* y *Calidris ferruginea* (Carmona *et al.* 2003a).

Por otra parte, las abundancias observadas en invierno (10,000 a 12,000 ind.) contrastan con los 5,000 a 7,500 individuos invernantes indicados en la literatura (Page *et al.* 1997), la diferencia estriba en que los datos indicados en la literatura no incluyeron la zona 12 del trabajo presente, que es precisamente donde se congregan las mayores abundancias. En adición, la cantidad mínima de aves playeras que utilizan el humedal (más de 20,000) permitió la inclusión de la Ensenada de La Paz en la Red Hemisférica de Reservas para Aves Playeras, en calidad de Sitio de Importancia Regional.

Distribución espacial

Cabe recordar que la mayor parte del perímetro interno de la ensenada presenta un sustrato arenoso. Los sustratos lodosos predominan al sur de la misma (áreas 9 a 12 en este trabajo). Al respecto de la abundancia en las diferentes áreas, se observó un claro predominio de las zonas lodosas, lo que a su vez se relaciona con la variedad de recursos alimenticios que estas playas pueden proporcionar (Burger *et al.* 1977); durante mareas bajas quedan al descubierto áreas considerables de zonas lodosas que son utilizadas por las aves playeras. De igual forma, los pequeños incrementos observados en las zonas 6, 7 y 17 se relacionan con la presencia de pequeños humedales (Llinas *et al.* 1989). Los bajos números observados entre las zonas 1 a 5 se relacionan con la presencia de desarrollos urbanos, pues estas áreas bordean a la Ciudad

de La Paz, por lo que están altamente modificadas y constantemente perturbadas; en tanto entre las zonas 20 a 24 la baja abundancia se relaciona con el tipo de sustrato, pues a pesar de que se trata de las zonas menos perturbadas de la ensenada, en ellas se encuentran sólo playas arenosas, poco utilizadas por las especies de aves playeras más abundantes en la región. La información aquí generada indica que la conservación de las zonas 9 a 12 debe considerarse prioritaria en cualquier plan de desarrollo futuro.

Distribución temporal

La mayor parte de las especies observadas presentaron componentes migratorios. Es decir, en general las aves se reproducen en la parte norte del Continente Americano y utilizan ELP como lugar de invernación y como una escala en su ruta migratoria (Massey y Palacios 1994, Carmona 1995). Lo anterior explica las notorias variaciones observadas en la riqueza (8 a 20 especies), la cual alcanzó sus valores máximos durante los movimientos migratorios de otoño y la estancia invernal y los mínimos en el verano, cuando las aves migratorias se encuentran en sus áreas de reproducción; este patrón general se repite en los humedales estudiados a lo largo de la península (e.g. Palacios *et al.* 1991, Carmona 1995, Carmona y Danemann 1998).

Las abundancias presentaron un comportamiento semejante a la riqueza. Los cambios observados se relacionaron con los grupos migratorios, pues como en otras zonas de la península, estas aves fueron las más numerosas (Palacios *et al.* 1991, Carmona 1995, Carmona y Danemann 1998). Las oscilaciones de

otoño (Ag1 a Nv1) probablemente se relacionaron con el paso de bandadas que utilizan la zona sólo como una parada de recuperación (Massey y Palacios 1994, Fernández *et al.* 1998). El aumento en Sp2 es probable que coteje con el paso de las hembras de diferentes especies de playeros, particularmente *C. mauri*, la más abundante, ya que ésta presenta una migración diferencial por sexos y edades, donde las hembras abandonan tempranamente las áreas de crianza, en el norte, arribando primero a las zonas de paso (Wilson 1994); la elevación de Oc2 correspondería a la aparición de machos y juveniles (Galindo 2003). Partiendo de que en enero las aves migratorias ya se encuentran en sus lugares de invernación (Paulson 1993, Engilis *et al.* 1998), el incremento observado durante este mes se relacionaría antes con movimientos locales que con cambios ocurridos por migraciones.

En primavera no se detectó un incremento en la abundancia de las aves, que en otras zonas, se relaciona con movimientos hacia las áreas de reproducción (Colwell 1994, Shuford *et al.* 1998). Se han observado comportamientos similares a los de la ensenada en la parte media de la península (Danemann *et al.* 2002). Este patrón se relaciona probablemente con una migración elíptica, donde las aves utilizan a la península como parte de su ruta migratoria en su viaje hacia el sur (otoño), pero el área es poco utilizada por aves de paso en primavera (Carmona *et al.* 2004).

El desfase observado entre las abundancias y las riqueza de las especies de aves playeras en el área de estudio, es explicable al considerar que primero

llegan sólo algunos representantes de las diferentes especies de aves migratorias (los "adelantados"), mismos que provocan un incremento de la riqueza pero pocos cambios en la abundancia, para posteriormente arribar en números mayores, modificando las abundancias. En el Manglar El Conchalito, área 6 en este trabajo, se observó un comportamiento semejante (Carmona 1995, Carmona-Islas 1997).

En las pocas áreas de la ensenada donde se han desarrollado trabajos similares al aquí presentado: el Estero Zacatecas (área 17; Llinas *et al.* 1989) y la Playa El Conchalito (área 6; Carmona 1995, Carmona-Islas 1997), se observaron abundancias mucho menores al compararlas con las obtenidas para la ensenada en su conjunto; además en la playa El Conchalito la especie más abundante fue siempre *L. fedoa*, especie que ocupó un segundo lugar en este trabajo, muy por debajo de *C. mauri*. Lo anterior indica que El Conchalito no es una zona representativa de la ornitofauna de ELP, pues en él se encuentra una composición atípica de aves playeras, la cual se relaciona con un sustrato más consolidado, que provoca el predominio de aves playeras grandes (Carmona 1995, Carmona y Carmona 2000).

La distribución temporal de *C. mauri* indica que en la zona invernan entre 4,000 y 6,000 individuos, incrementándose ocasionalmente hasta 10,000 aves. Estos números son modestos al compararlos con los registrados para los humedales de la costa pacífica, como Guerrero Negro (Page *et al.* 1997, Danemann *et al.* 2002). Sin embargo, las zonas húmedas de la ensenada juegan un papel crucial

para la fracción poblacional que la utiliza, pues a diferencia de la costa pacífica, donde las aves pueden usar diferentes humedales, en la porción sur sólo se encuentra el área de estudio (Carmona y Ramírez 1997). Adicionalmente, la ensenada es la zona con mayor presión urbana en la región.

Cronología migratoria

Al agrupar los datos porcentuales por estación del año para las ocho especies más abundantes (excluyendo *Ch. wilsonia*), se denota una escasa importancia del paso de primavera (en promedio 11%), al compararla con el paso de otoño (48%), lo anterior refuerza la hipótesis sobre un uso estacional diferencial de la porción sur de la península, la cual aparentemente es utilizada como sitio de paso (en otoño) y de invernación, pero escasamente durante la primavera (Carmona *et al.* 2004). Las diferencias encontradas en función al tamaño de las aves se relacionan con la tendencia de las especies mayores a veranear en las zonas de invernación (McNeil *et al.* 1994). Por último, *Ch. wilsonia* presenta un comportamiento atípico dado que se reproduce localmente y aparentemente pocos representantes norteros invernán en la Ensenada (Carmona y Fernández 1997).

CONCLUSIONES

- 1) La Ensenada de La Paz, al ser el único gran humedal de la región sudoriental de la península representa un área importante para la conservación de las aves playeras.

- 2) Destacan por su importancia las zonas de la porción sureña de la ensenada (áreas 9 a 12 en este trabajo).
- 3) El componente aviar estuvo formado básicamente por especies migratorias, lo que resalta la importancia del área, como sitio de paso y de invernación.
- 4) La abundancia máxima registrada fue de 15,000 aves.
- 5) Las especies más abundantes fueron *Calidris mauri* (67.8% del total observado), *Limosa fedoa* (9.6%) y *Charadrius semipalmatus* (5.4%).
- 6) Los resultados presentados permitieron que la Ensenada de La Paz fuera incluida en la Red Hemisférica de Reservas para Aves Playeras como un Sitio de Importancia Regional (marzo de 2006).

Tabla II.1 Especies de aves playeras observadas en la Ensenada de La Paz, abundancia máxima registrada y su correspondiente quincena de registro.

Especie	Abundancia máxima	Quincena máxima
<i>Pluvialis squatarola</i>	110	EN2
<i>Charadrius alexandrinus</i>	176	DC1
<i>Charadrius wilsonia</i>	620	FB2
<i>Charadrius semipalmatus</i>	2585	OC2
<i>Haematopus palliatus</i>	31	SP1
<i>Himantopus mexicanus</i>	3	MR1
<i>Recurvirostra americana</i>	115	NV2
<i>Tringa melanoleuca</i>	66	NV1
<i>Tringa flavipes</i>	37	FB1
<i>Tringa semipalmata</i>	410	EN1
<i>Actitis macularia</i>	26	SP2
<i>Numenius phaeopus</i>	574	JL2
<i>Numenius americanus</i>	107	DC1
<i>Limosa fedoa</i>	1771	EN1
<i>Arenaria interpres</i>	8	SP2
<i>Calidris canutus</i>	26	FB1
<i>Calidris alba</i>	141	EN2
<i>Calidris mauri</i>	12441	EN1
<i>Calidris minutilla</i>	1653	FB2
<i>Calidris alpina</i>	707	EN1
<i>Limnodromus</i> spp.	256	EN1
<i>Phalaropus lobatus</i>	2	NV2
Suma de máximos	21865	

Tabla II.2 Abundancia porcentual estacional de las nueve especies de playeros más abundantes en la Ensenada de La Paz.

Especie	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
<i>Calidris mauri</i>	5.59	0.02	60.10	34.29
<i>Limosa fedoa</i>	17.09	5.29	35.73	41.89
<i>Charadrius semipalmatus</i>	9.43	3.02	61.19	26.36
<i>Tringa semipalmata</i>	18.33	4.90	37.49	39.28
<i>Charadrius wilsonia</i>	23.03	23.44	26.53	27.00
<i>Calidris minutilla</i>	8.98	0.00	38.35	52.67
<i>Numenius phaeopus</i>	11.43	9.15	58.04	21.38
<i>Limnodromus</i> spp.	6.59	0.33	49.84	43.25
<i>Numenius americanus</i>	8.28	12.22	42.03	37.46

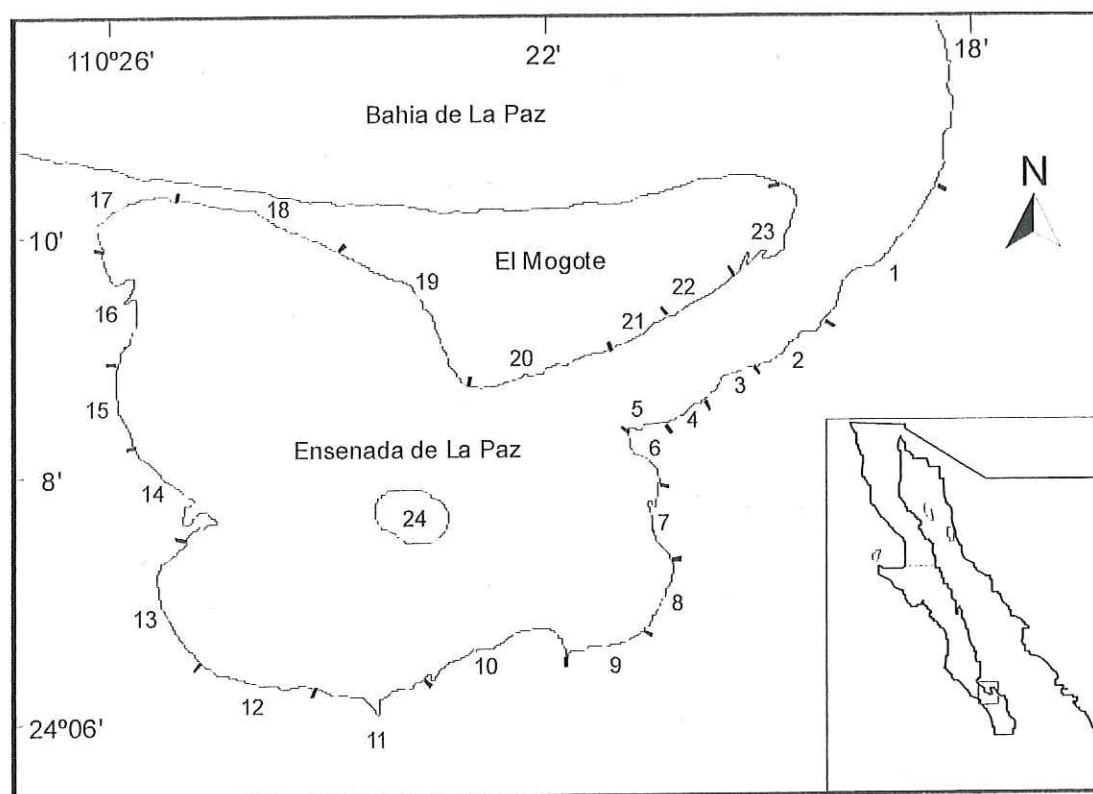


Figura 2.1 Área de estudio. Se muestran las 24 porciones en las que se dividió el área.

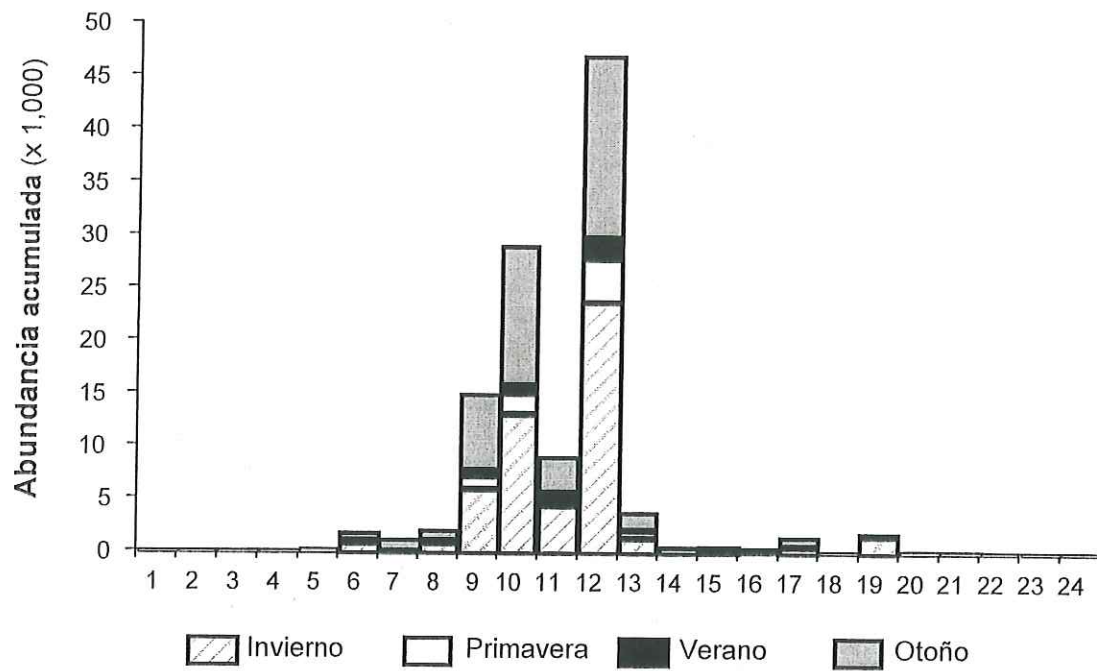


Figura 2.2 Abundancia acumulada de aves playeras para las 24 zonas es las que se dividió la Ensenada de La Paz.

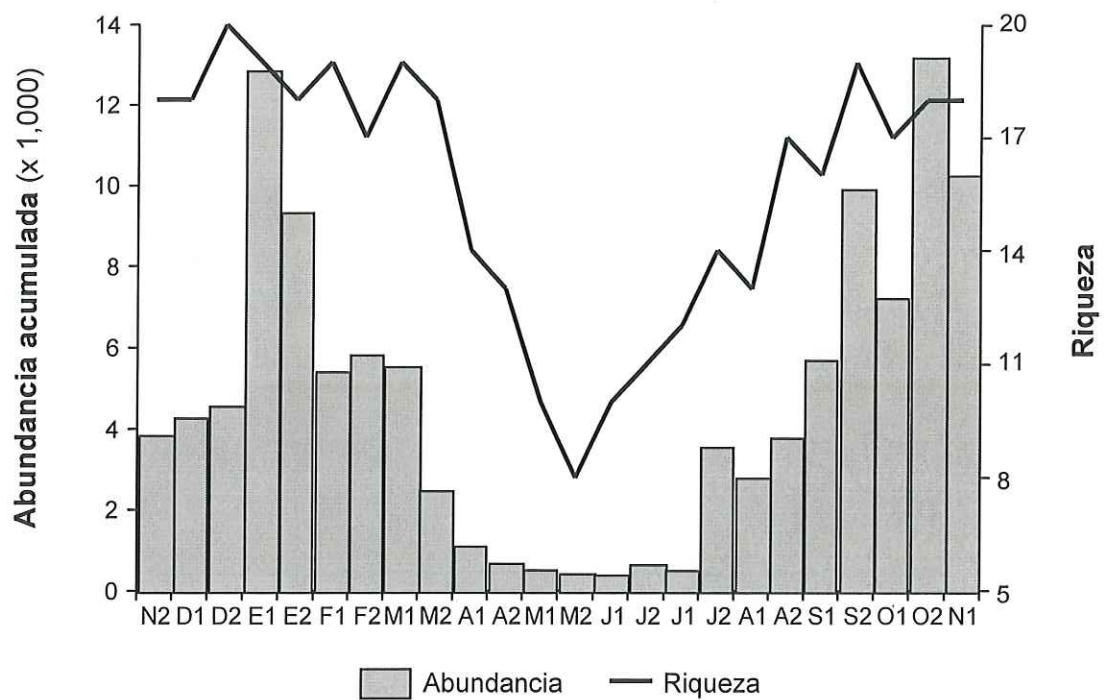


Figura 2.3 Riqueza y abundancia de aves playeras en función al tiempo en la Ensenada de La Paz.

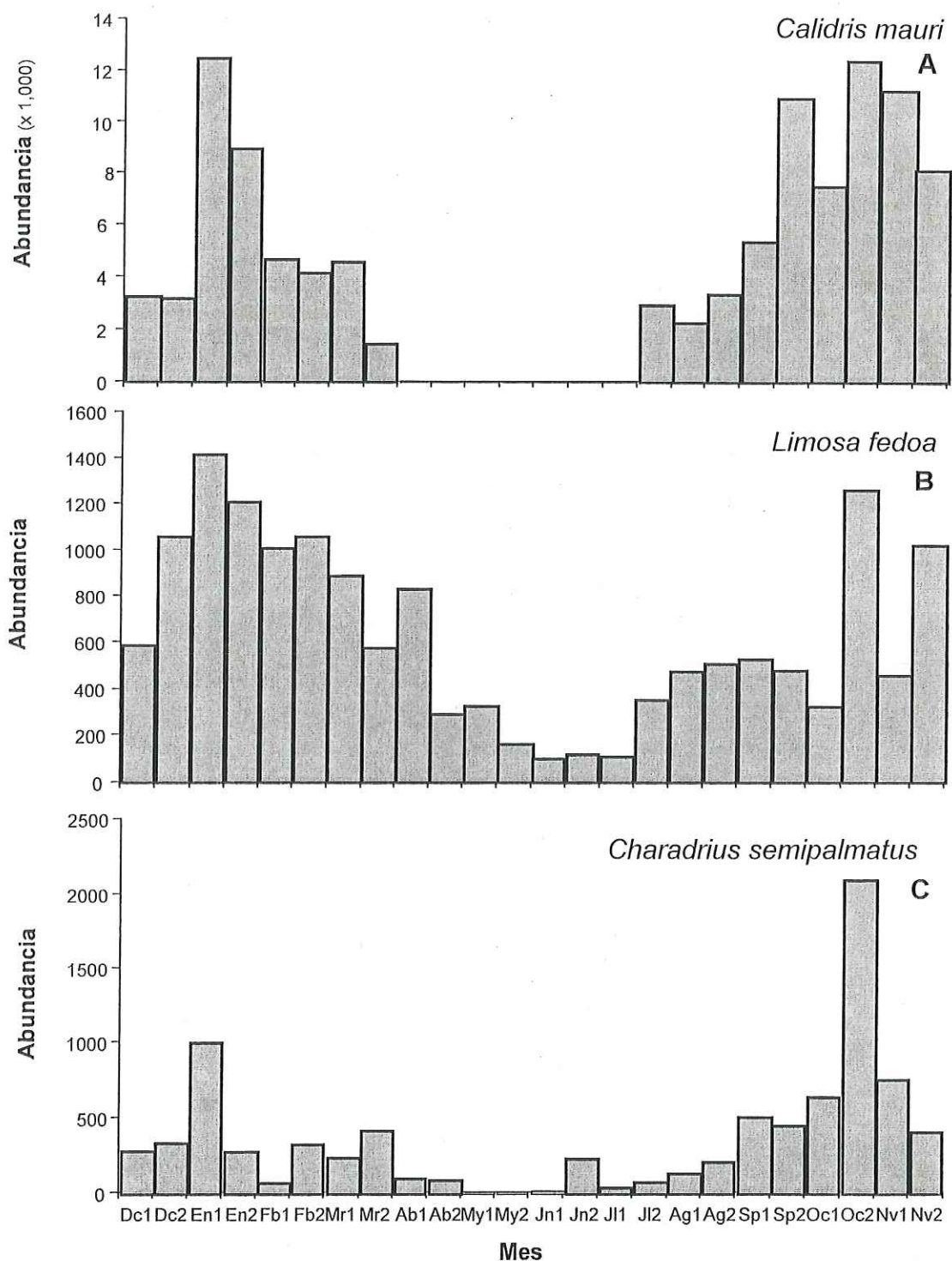


Figura 2.4 Abundancia temporal de las tres especies más abundantes en la Ensenada de La Paz. (A) *Calidris mauri*, (B) *Limosa fedoa* y (C) *Charadrius semipalmatus*.

CAPÍTULO 3

DISTRIBUCIÓN DE AVES PLAYERAS EN LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN DE LA CIUDAD DE LA PAZ, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

Distribución de aves playeras en las lagunas de oxidación de la ciudad de La Paz, Baja California Sur, México

RESUMEN

Se determinó la composición taxonómica y distribución espacio-temporal de aves playeras de las lagunas de oxidación de la ciudad de La Paz, Baja California Sur, México, a partir de 24 censos quincenales (abril/98-marzo/99). La zona estudiada está formada por cinco lagunas (de 5 ha cada una) y 17 ha de terrenos aledaños frecuentemente inundados que sirven como zona de alimentación para el ganado y las aves. Se realizaron 19,114 registros, de 22 especies (promedio=796.4 aves/censo). La riqueza y la abundancia estuvieron marcadamente influenciadas por las especies migratorias. Los máximos se observaron en otoño (de septiembre a noviembre) con 17 especies y 3,300 aves/censo. En invierno hubo un notable decremento (siete especies y menos de 500 aves/censo), mismo que se prolongó para primavera y verano. Las especies más abundantes fueron *Calidris mauri* (36.9% del total observado), *Himantopus mexicanus* (14.2%), *Limnodromus* spp. (12.9%) y *Calidris minutilla* (12.1%). Los terrenos aledaños y la laguna más somera fueron los ambientes preferidos por las aves playeras. El uso temporal (mayor en otoño e invierno temprano) indica que las lagunas son una zona de paso y recuperación para aves que invernan en regiones más sureñas.

PALABRAS CLAVE: aves playeras, distribución, abundancia, Baja California Sur, embalses artificiales, ambientes dulceacuícolas.

INTRODUCCIÓN

La mayoría de las aves playeras neárticas realizan migraciones latitudinales que les permiten permanecer durante el invierno en zonas menos extremas (Paulson 1993). Para efectuar dichos movimientos estas aves utilizan una serie de sitios eslabonados, por lo que la desaparición de alguno de ellos, puede ocasionar un notorio efecto acumulativo (Myers *et al.* 1987). Un número importante de las áreas de paso e invernación se encuentran en los trópicos y subtrópicos, donde, en general, existen pocos estudios sobre su importancia para los movimientos migratorios (Rubio *et al.* 1997).

La Península de Baja California, se ubica en la porción noroccidental de la Republica Mexicana y forma parte del Corredor Migratorio del Pacífico. La región de la Bahía de La Paz (al sur de la península), se caracteriza por un clima seco subtropical, con precipitación media anual menor de 200 mm (García y Mosiño 1969). Dada la aridez de la región, los ambientes dulceacuícolas son escasos (Guzmán *et al.* 1994). La región de La Paz no cuenta con cuerpos dulceacuícolas naturales. Sin embargo, existen dos zonas artificiales: el embalse de aguas tratadas del ejido El Centenario y las lagunas de oxidación de la Ciudad de La Paz (Carmona *et al.* 1999). Estos ambientes alternativos a las zonas costeras (no influenciados por el nivel de marea), son importantes para la alimentación y descanso de aves playeras (Rottenborn 1996, Masero *et al.* 2000, Carmona *et al.* 2003b).

En las últimas décadas, el constante incremento demográfico en el extremo sur de la península ha provocado alteraciones de hábitat en diferentes localidades, incluida la Ensenada de La Paz (Becerril y Carmona 1997, Carmona y Carmona 2000). Los desechos que producen los asentamientos urbanos, en especial las aguas residuales, pueden resultar perjudiciales para la naturaleza, por lo que la limpieza de estas aguas es un objetivo constante del gobierno. En la ensenada de La Paz (en adelante ELP), hasta 1985 la limpieza se efectuaba a través de cinco lagunas de oxidación de 5 ha cada una. Actualmente estas no se utilizan para ese fin, pero gracias a que aún reciben agua de la planta de tratamiento han mantenido su nivel (Carmona *et al.* 1999) y son utilizadas por un número importante de aves playeras migratorias y residentes (Zamora-Orozco 2001). Dada la capacidad de desplazamiento de la mayoría de las aves, los ambientes dulceacuícolas aledaños deben ser considerados como parte del mosaico paisajístico que la región les ofrece (Castillo-Guerrero y Carmona 2001). En este trabajo se determinó la distribución temporal y espacial de las aves playeras en las lagunas de oxidación de la Ciudad de la Paz, durante un ciclo anual.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las cinco lagunas de oxidación se localizan en las inmediaciones de la ciudad de La Paz, suman 25 ha de espejo de agua, además su superficie se incrementa por 17 ha de terrenos aledaños de pastizales que son frecuentemente inundados (TA). Durante cinco meses del estudio (noviembre a

marzo), la cuarta y la quinta laguna (L4 y L5) permanecieron secas, por cuestiones de limpieza por parte del personal de la planta de tratamiento.

En las cinco lagunas (en adelante LO) y los terrenos aledaños se efectuaron censos quincenales de abril de 1998 a marzo de 1999. En cada ocasión se contó e identificó a las aves presentes. Los recorridos se realizaron siempre al amanecer, paralelos al margen mayor de cada una de las lagunas, iniciando en L1 (la más cercana a la planta de tratamiento) para terminar en L5 (la más alejada). Los conteos se realizaron con binoculares (8x y 10x) y telescopios (15-60x), a una distancia no mayor de 100 m de los grupos de aves. Las aves se contaron directamente cuando sus números lo permitieron y en el caso de bandadas mayores a 300 individuos, se estimó su abundancia con base en el método de Page *et al.* (1979), con las sugerencias de Kasprzyk y Harrington (1989) para la estandarización de las estimaciones. Los números de las cuatro especies más abundantes, se analizaron de manera independiente.

RESULTADOS

Riqueza y abundancia global de aves playeras

A lo largo del año se observaron 22 especies de aves playeras utilizando las lagunas de oxidación, con un mínimo estimado de 4,941 individuos (Tabla III.1) y un total de registros de 19,114. Las especies más abundantes fueron *Calidris mauri* (36.9% del total observado), *Himantopus mexicanus* (14.2%), *Limnodromus* spp. (12.9%), *Calidris minutilla* (12.1%), *Recurvirostra americana* (7.33%), *Limosa fedoa* (5.8%), *Phalaropus tricolor* (3.2%), *Tringa melanoleuca*

(1.3%), *Calidris alpina* (1.3%), *Tringa semipalmata* (1.2%) y *Tringa falvipes* (1.1%); las 11 especies restantes aportaron menos de 1% de la abundancia total.

Distribución espacial

Los terrenos aledaños tuvieron el mayor número de aves playeras, seguidos por L1, con abundancias intermedias en L4 y L5 (Figura 3.1). Las zonas con menores abundancias fueron L2 y L3. La suma de las abundancias acumuladas de TA y L1 representó cerca del 75% del total de registros (Figura 3.2). A inicios del estudio (Ab a Jn), los terrenos aledaños fueron poco utilizados. Sin embargo, esta zona fue ganando importancia a medida que se incrementó el número de aves y alcanzó las concentraciones mayores entre mediados y finales de otoño.

Distribución temporal

Los valores máximos de riqueza específica ocurrieron en el otoño, con una marcada disminución posterior hasta sus niveles más bajos a finales de la primavera (Figura 3.1). El comportamiento de la abundancia fue similar, pero ésta disminuyó antes que la riqueza y alcanzó valores más bajos en invierno y primavera, después de lo cual hubo un incremento constante (Figura 3.1).

Especies registradas

(a) Especies más abundantes

La comunidad de aves playeras estuvo dominada por pocas especies, pues con seis de éstas se conjuntó el 90% de la abundancia total registrada: *Calidris mauri*, *Himantopus mexicanus*, *Limnodromus* spp., *Calidris minutilla*, *Recurvirostra americana*, y *Limosa fedoa*. Sus fluctuaciones se describen a continuación, en orden de abundancia.

***Calidris mauri*.** Esta fue la especie más abundante, aunque su presencia en las lagunas estuvo restringida al otoño e inicios del invierno; posteriormente abandonó el área (Figura 3.3A). A lo largo del otoño se observaron fluctuaciones notorias en sus números, relacionadas con los niveles de marea de la playa adyacente (Carmona *et al.* 2003b). Las áreas más utilizadas por este playero fueron los terrenos adyacentes y L1.

***Himantopus mexicanus*.** En contraste con la especie anterior, *H. mexicanus* estuvo presente todo el año, exhibiendo sus mayores abundancias en otoño e invierno (con dos máximos en Nv2 y Fb2). Esta especie incluso fue vista durante el verano (Figura 3.3B). La reproducción *H. mexicanus*, aunque en bajos números (de 10 a 15 nidos), ha sido recientemente consignada en las lagunas de oxidación (Carmona *et al.* 2000).

***Recurvirostra americana*.** Aunque con números más modestos, *R. americana* también estuvo presente todo el año, sus tendencias presentaron características similares a la especie anterior; es decir, inició sus incrementos

en otoño (Sp2), alcanzó sus máximos a inicios del invierno (Dc2 más de 200 aves), para posteriormente disminuir y mantener alrededor de 40 aves entre Ab1 y Ag1. La reproducción de *R. americana* también ha sido registrada en las lagunas de oxidación (Carmona *et al.* 2000). Las abundancias de *H. mexicanus* y *R. americana* se vieron poco influenciadas por el nivel de marea (Carmona *et al.* 2003b).

Correlimos (*Limnodromus griseus* y *L. scolopaceus*). Dada la dificultad de identificación en plumaje de invierno, durante los censos se incluyeron ambas especies en una misma unidad genérica. Estas especies estuvieron bien representadas numéricamente en otoño e invierno, alcanzando su máximo en Oc1. En otoño exhibieron fuertes fluctuaciones (entre 40 y 600 aves), mientras que en el invierno tuvieron abundancias relativamente homogéneas (entre 200 y 300 aves) (Figura 3.3C). Aparentemente la utilización de LO estuvo poco influenciada por el nivel de marea (Carmona *et al.* 2003b). Aunque es pertinente aclarar que este comportamiento puede variar dependiendo de la especie; pues *L. griseus* prefiere ambientes marinos, mientras que *L. scolopaceus* presenta más afinidad por áreas dulceacuícolas (Paulson 1993, Peterson y Chalif 1998).

***Calidris minutilla*.** La concurrencia de este playerito se limitó al otoño, con un número máximo en Oc2, durante el invierno se vieron sólo algunos ejemplares en la zona (Figura 3.3D). Durante el otoño se observaron fluctuaciones notorias, probablemente ocasionadas por el nivel de marea (Carmona *et al.* 2003b). Las zonas más utilizadas fueron L1 y los terrenos aledaños.

(b) Otros playeros

Playeritos. Se observaron en el área otras cuatro especies de playeritos: *Actitis macularius*, *Calidris alpina*, *Calidris alba* y *Calidris canutus*, que, en conjunto, representaron sólo el 1.81% de la abundancia total. *A. macularius* tuvo sus abundancias máximas a inicios y finales de otoño (Ag1 y Nv2) con alrededor de 15 aves en cada caso, estuvo presente todo el año en bajos números (entre uno y seis individuos), sin patrón aparente. Por su parte *C. alpina* estuvo presente en números considerables (más de 200), únicamente en el otoño (Sp2), y se vieron unos pocos individuos en diciembre. *Calidris alba* ocurrió sólo en las dos quincenas de otoño, con cinco y un individuo, respectivamente. Por último *C. canutus* se observó en dos ocasiones (Sp2 y Oc2), en ambos casos pocas aves (una y tres respectivamente). Estas dos últimas especies son poco abundantes en la Ensenada de La Paz (Carmona *et al.* 2003a).

Limosa fedoa. *Limosa fedoa* fue la especie migratoria que temporalmente utilizó con mayor constancia las lagunas, así estuvo presente todo el año, excepto en febrero. Exhibió máximos de abundancia a inicios y finales de otoño (cerca de 120 aves por censo), el resto del tiempo se observaron entre 10 y 50 aves.

Tringa semipalmata. *Tringa semipalmata* estuvo ausente de las lagunas en Febrero, Marzo y Junio, exhibiendo sus abundancias máximas (poco más de 50 aves) en otoño (Ag1 y Sp2); el resto del año se observaron entre cinco y 20 aves, sin un patrón aparente.

***Phalaropus tricolor*.** Esta ave se observó sólo durante su migración al sur, entre Ag1 y Sp2, con números entre 30 (Ag2) y 280 (Sp2) individuos.

***Tringa flavipes* y *T. melanoleuca*.** *Tringa flavipes* se observó principalmente en otoño (agosto a octubre), cuando se vieron entre 30 y 90 individuos; el resto del año presentó bajos números (menos de cinco aves). Por su parte, *T. melanoleuca* se observó a inicios de otoño (Jl1 a Ag2) en números cercanos a 30 individuos, su máxima abundancia ocurrió en Nv2 con cerca de 100 individuos; el resto del año estuvo ausente o se observó en bajos números (menos de cinco aves).

Chorlos. Se registraron en el área cinco especies de chorlos: *Pluvialis squatarola*, *Charadrius alexandrinus*, *Ch. wilsonia*, *Ch. semipalmatus*, y *Ch. vociferus*, que, en conjunto, representaron el 1.88% de la abundancia total. *P. squatarola* se observó sólo entre octubre y diciembre (alrededor de cuatro aves en cada ocasión). *Ch. alexandrinus* fue distinguido sólo en dos ocasiones (Ag1 y Sp2), con dos y seis aves respectivamente. *Ch. wilsonia* fue visto en cuatro ocasiones (Ag1, Nv1, Fb2 y Mr2), entre dos y 18 aves, siendo agosto donde hubo mayor número. *Ch. semipalmatus* fue observado únicamente en septiembre, con un máximo de 90 aves. Finalmente, *Ch. vociferus* fue detectado constantemente en el área, entre dos y 16 individuos, con números más altos en primavera-verano. De las cinco especies de chorlos observadas, tres se reproducen en ELP (*Ch. alexandrinus*, *Ch. wilsonia* y *Ch. vociferus*). De éstas, sólo la última se reproduce en las lagunas (Castillo-Guerrero *et al.* 2002).

Zarapicos (*Numenius phaeopus* y *N. americanus*). *N. phaeopus* fue vista sólo en otoño, entre JI2 y Sp2, en bajos números (dos a seis aves), mientras que *N. americanus* sólo se vio en una ocasión en JI1, con tres individuos.

***Haematopus palliatus*:** El ostrero americano fue avistado en una ocasión en Mr1, con un solo individuo.

Cronología migratoria

En la Tabla III.1, se muestran las especies cuya abundancia acumulada fue superior al 1%, se evidencian dos tipos de comportamiento: el grupo de las aves grandes (*H. mexicanus*, *R. americana*, *Limosa fedoa*, *T. melanoleuca* y *C. semipalmatus*), en las que la abundancia porcentual acumulada de primavera y verano fluctuó entre el 10 y el 20% y el que corresponde a las especies pequeñas y medianas (*Calidris mauri*, *Limnodromus* spp, *C. minutilla*, *Ph. tricolor*, *C. alpina*, y *T. flavipes*), en cuyo caso los porcentajes de primavera y verano en conjunto representaron menos del 5%. Hay una alta proporción de aves en el otoño, sobre todo en comparación a la primavera.

DISCUSIÓN

Riqueza y abundancia generales de aves playeras

El número de especies registrado en este trabajo (22) es inferior al reportado en otros humedales de la península de Baja California, como Punta Banda y Bahía San Quintín, donde se han reportado 29 especies en cada sitio (Massey y Palacios 1994). En la Ensenada de La Paz se han registrado entre 24 (Massey

y Palacios 1994) y 36 especies de aves playeras (Carmona *et al.* 2003a). El último valor proviene de un trabajo compilatorio donde se incluyen ambientes costeros y dulceacuícolas; además abarca más de un año de observación e incorpora datos provenientes de capturas con redes de niebla. Al considerar los registros realizados a lo largo de varios años, el número de especies que utilizan las lagunas se eleva a 30 (Carmona datos no publicados). De hecho, el sitio es reconocido internacionalmente para la observación de especies poco comunes en la zona, tanto de playeros como de anátidos (Hamilton *et al.* 2004).

Por otra parte, la cantidad mínima de aves playeras que utilizan el humedal (poco menos de 5,000) debe ser sumada a la abundancia de aves que utilizan la playa (poco más de 20,000) lo que refuerza la inclusión de la Ensenada de La Paz con sus diferentes ambientes como parte de la Red Hemisférica de Reservas para Aves Playeras, como "Sitio de Importancia Regional.

Distribución espacial

La utilización predominante de TA y L1 por las aves playeras está en relación con la presencia de profundidades adecuadas para su alimentación (Skagen y Knopf 1993). Salvo en TA y L1, las aves playeras circunscribieron su presencia a la periferia de los vasos, pues dentro de los cuerpos de agua la profundidad no permite su alimentación. Por otra parte, un recurso alimenticio particularmente abundante fueron los insectos dípteros y sus larvas, mismos que fueron particularmente abundantes y accesibles en TA y L1.

Distribución temporal

La mayoría de las especies observadas fueron migratorias que se reproducen en la parte norte del Continente Americano y utilizan la zona de la Ensenada como lugar de invernación o como una escala en su ruta migratoria (Paulson 1993, Massey y Palacios 1994). Lo anterior explica las notorias variaciones observadas en la riqueza (8 a 20 especies), la cual alcanzó sus valores máximos durante los movimientos migratorios de otoño y la estancia invernal y los mínimos en el verano, cuando las aves migratorias se encuentran en sus áreas de reproducción. Este patrón coincide con los de otros humedales a lo largo de la península (V.gr. Palacios *et al.* 1991, Carmona 1995, Carmona y Danemann 1998).

La abundancia de aves playeras exhibió un comportamiento semejante al de la riqueza. Los cambios observados se relacionaron con patrones migratorios. Las oscilaciones de otoño (Ag1 a Nv1) probablemente se relacionaron con el paso de bandadas que utilizan la zona sólo como una parada de recuperación (Massey y Palacios 1994, Fernández *et al.* 1998, Galindo 2003). El aumento en Sp2 es probable que coteje con el paso de las hembras de diferentes especies de playeros, particularmente de *Calidris mauri*, la más abundante, ya que ésta presenta una migración diferencial por sexos y edades, donde las hembras abandonan tempranamente las áreas de crianza, en el norte, arribando primero a las zonas de paso (Wilson 1994); la elevación vista en Oc2 correspondería a la aparición de machos y juveniles (Wilson 1994, Galindo 2003). Partiendo de

que en enero las aves migratorias ya se encuentran en sus lugares de invernación (Paulson 1993, Engilis *et al.* 1998), el incremento observado durante este mes se relacionaría antes con movimientos locales que con cambios ocurridos por migraciones.

En primavera no se detectó un incremento en la abundancia de las aves, que en otras zonas, se relaciona con movimientos hacia las áreas de reproducción (Colwell 1994, Shuford *et al.* 1998). Se han observado comportamientos similares a los de la ensenada en la parte media de la península (Danemann *et al.* 2002). Este patrón se relaciona probablemente con una migración elíptica, donde las aves utilizan a la península como parte de su ruta migratoria en su viaje hacia el sur (otoño), pero el área es poco utilizada por aves de paso en primavera (Carmona *et al.* 2004).

Las mayores abundancias observadas entre Ag2 y Nv2 sugieren un uso preferencial de LO en otoño, época de alta demanda energética ocasionada por la migración y por la muda del plumaje de las aves adultas (Butler *et al.* 1997). Al menos para *Calidris mauri* (la especie más abundante), se ha registrado la existencia en otoño de movimientos entre la zona de playa y LO, por lo que para esta especie y algunas otras (*Calidris minutilla*, *Limosa fedoa*), las lagunas representan un ambiente alternativo de alimentación, utilizado básicamente en la época de mayor demanda energética (Carmona *et al.* 2003b, Galindo 2003).

El desfase observado entre las abundancias y la riqueza de las especies, es explicable al considerar que primero llegan sólo algunos representantes de

las diferentes especies de aves migratorias (los "adelantados"), mismos que provocan un incremento de la riqueza pero con pocos cambios en la abundancia, para posteriormente arribar en números mayores y modificar así las abundancias.

Cronología migratoria

Hubo una escasa importancia del paso de primavera (en promedio 11%, Tabla III.2) al compararla con el paso de otoño (48%), lo que refuerza la hipótesis de una migración diferencial, en la que el sur de la península de Baja California se utilizaría como sitio de paso en otoño y de invernación, pero escasamente durante la primavera (Carmona *et al.* 2004). Las diferencias encontradas en función al tamaño de las aves se relacionan con la tendencia de las especies mayores a veranear en las zonas de invernación (McNeil *et al.* 1994).

CONCLUSIONES

- 1) Las lagunas de oxidación aledañas a la Ensenada de La Paz forman parte importante del mosaico de ambientes que la región ofrece a las aves playeras.
- 2) La principal limitante para el uso de las lagunas fue su profundidad, así los dos sitios más utilizados (TA y L1) fueron los que, además de presentar un recurso alimenticio aparentemente abundante (insectos y sus larvas), presentaron escasa profundidad.

- 3) La comunidad de aves playeras estuvo formada básicamente por especies migratorias, lo que resalta la importancia del área, como sitio de paso.
- 4) La abundancia máxima registrada fue de poco más de 3,000 aves.
- 5) Las especies más abundantes fueron *Calidris mauri* (36.9% del total observado), *Himantopus mexicanus* (14.2%), *Limnodromus* spp. (12.9%) y *Calidris minutilla* (12.1%). La composición de la comunidad fue diferente a la de la zona costera adjunta.
- 6) Las lagunas fueron utilizadas básicamente durante el otoño e invierno temprano y escasamente en invierno tardío y primavera. Lo que indica su importancia como zona de paso y recuperación para aves que invernán en regiones más sureñas.

Tabla III.1 Especies de aves playeras observadas en las Lagunas de Oxidación de la Ciudad de La Paz, Baja California Sur, durante el período abril de 1998 a marzo de 1999, indicando la abundancia máxima registrada y la quincena de registro.

Espece	Abundancia máxima	Quincena máxima
<i>Pluvialis squatarola</i>	5	Nv1
<i>Charadrius alexandrinus</i>	6	Sp2
<i>Charadrius wilsonia</i>	17	Ag1
<i>Charadrius semipalmatus</i>	88	Sp2
<i>Charadrius vociferous</i>	16	Jn1
<i>Haematopus palliatus</i>	1	Mr1
<i>Himantopus mexicanus</i>	418	Fb2
<i>Recurvirostra americana</i>	210	Dc2
<i>Tringa melanoleuca</i>	96	Nv2
<i>Tringa flavipes</i>	92	Ag2
<i>Tringa semipalmata</i>	65	Sp2
<i>Actitis macularia</i>	16	Ag1
<i>Numenius phaeopus</i>	6	Sp1
<i>Numenius americanus</i>	3	Jl1
<i>Limosa fedoa</i>	153	Nv2
<i>Calidris canutus</i>	3	Oc2
<i>Calidris alba</i>	5	Oc1
<i>Calidris mauri</i>	1669	Sp2
<i>Calidris minutilla</i>	956	Oc2
<i>Calidris alpina</i>	240	Sp2
<i>Limnodromus</i> spp.	596	Oc1
<i>Phalaropus tricolor</i>	280	Sp2
Suma de máximos	4941	

Tabla III.2 Abundancia porcentual estacional de las once especies de playeros más numerosas en las lagunas de oxidación, municipio de La Paz, Baja California Sur, durante el período de abril de 1998 a marzo de 1999.

Especie	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
<i>Calidris mauri</i>	0.38	0.00	90.72	8.90
<i>Himantopus mexicanus</i>	9.54	7.40	36.72	46.34
<i>Limnodromus spp.</i>	1.65	0.00	63.23	35.12
<i>Calidris minutilla</i>	0.26	0.00	98.61	1.13
<i>Recurvirostra americana</i>	6.64	11.71	55.75	25.91
<i>Limosa fedoa</i>	3.08	12.94	74.66	9.32
<i>Phalaropus tricolor</i>	0.16	0.16	99.67	0.00
<i>Tringa melanoleuca</i>	2.36	9.06	88.19	0.39
<i>Calidris alpina</i>	0.00	0.00	96.05	3.95
<i>Tringa semipalmata</i>	11.49	10.64	75.32	2.55
<i>Tringa flavipes</i>	1.39	2.78	90.28	5.56

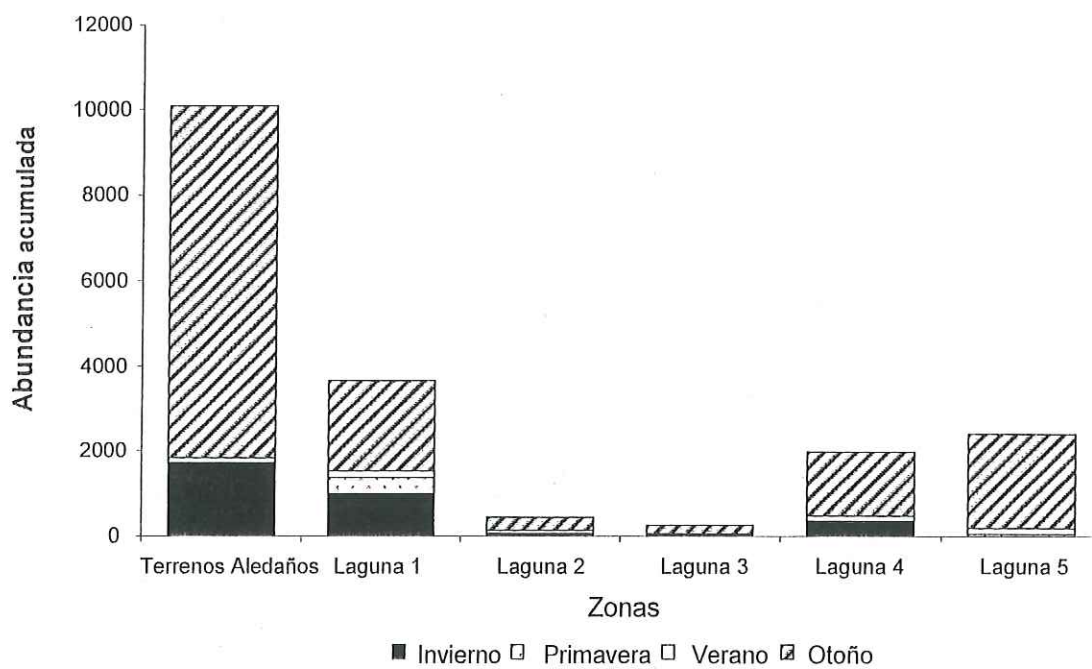


Figura 3.1 Abundancia estacional para las diferentes zonas de las lagunas de oxidación de la Ciudad de La Paz, B.C.S.

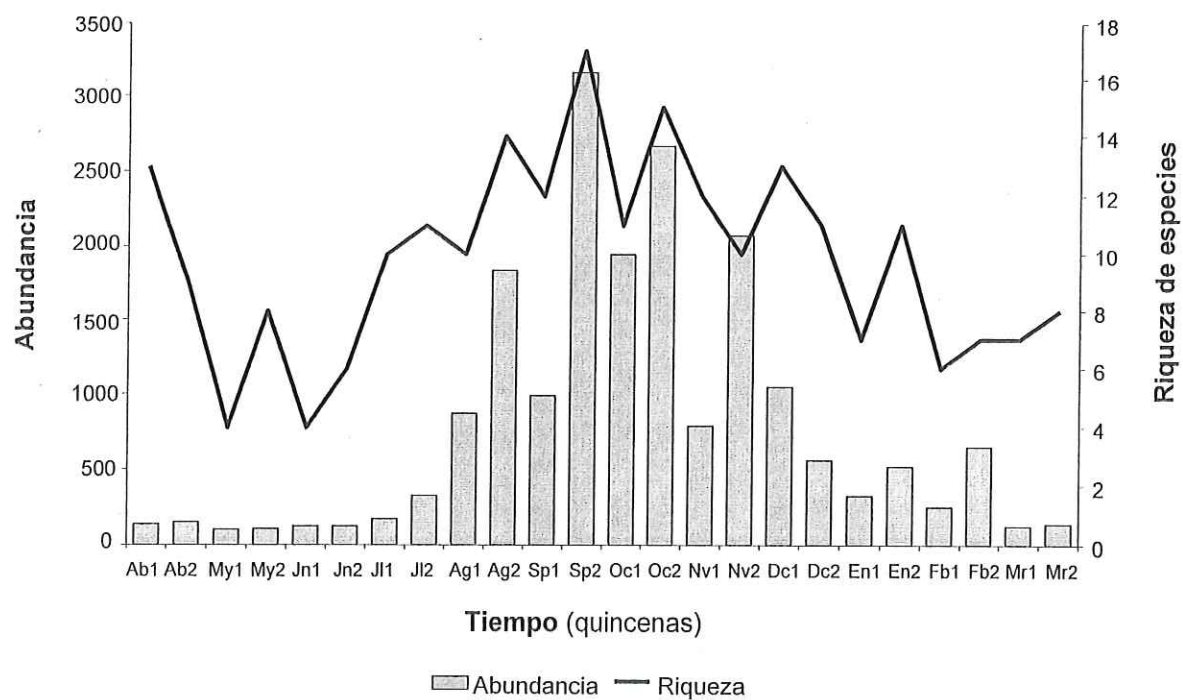


Figura 3.2 Abundancia y riqueza temporal en las lagunas de oxidación de la Ciudad de La Paz, B.C.S.

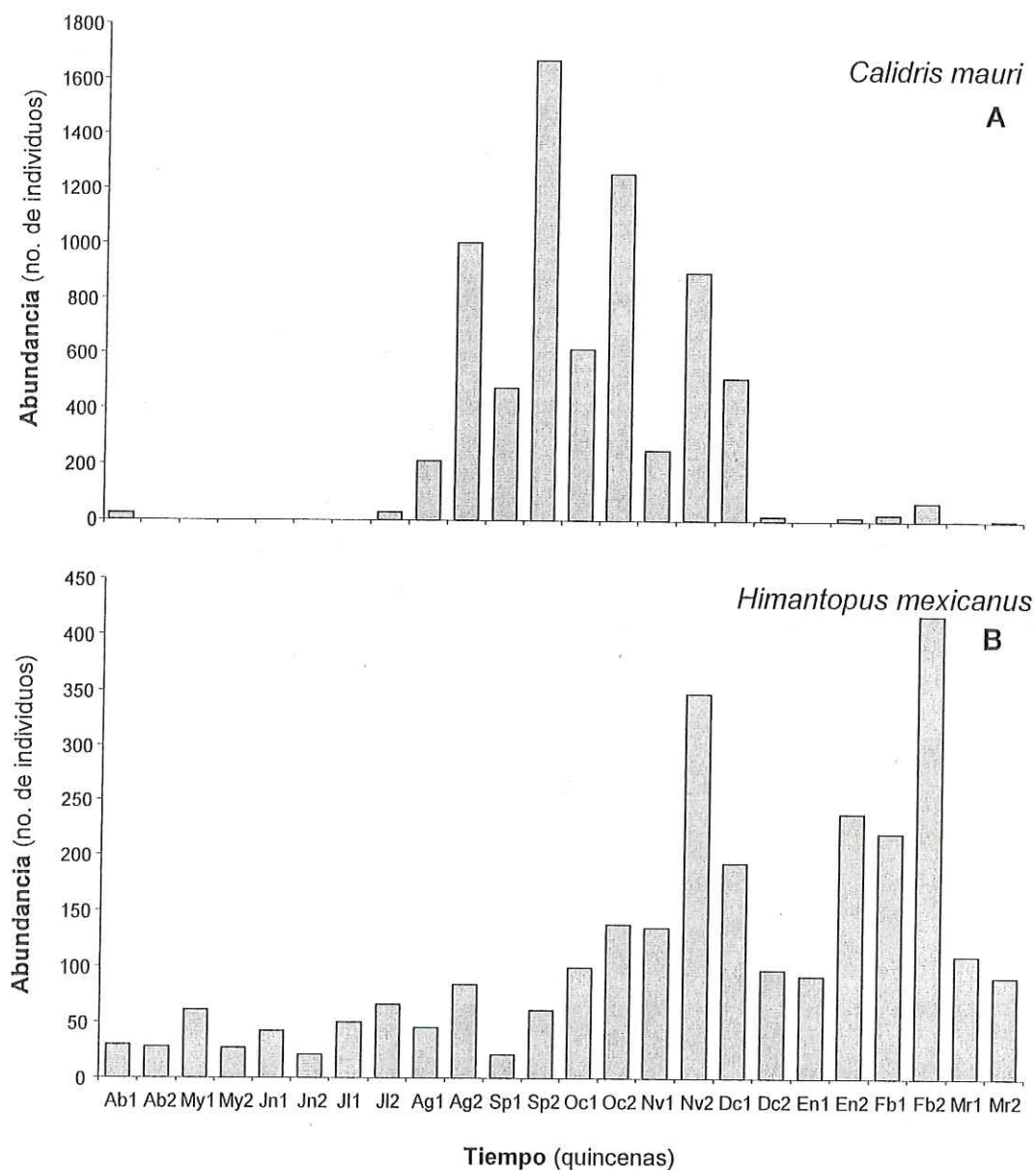


Figura 3.3 Abundancia temporal de las cuatro especies numéricamente más importantes en las lagunas de oxidación de la Ciudad de La Paz, B.C.S. (A) *Calidris mauri*, (B) *Himantopus mexicanus*, (C) *Limnodromus* spp. y (D) *Calidris minutilla*.

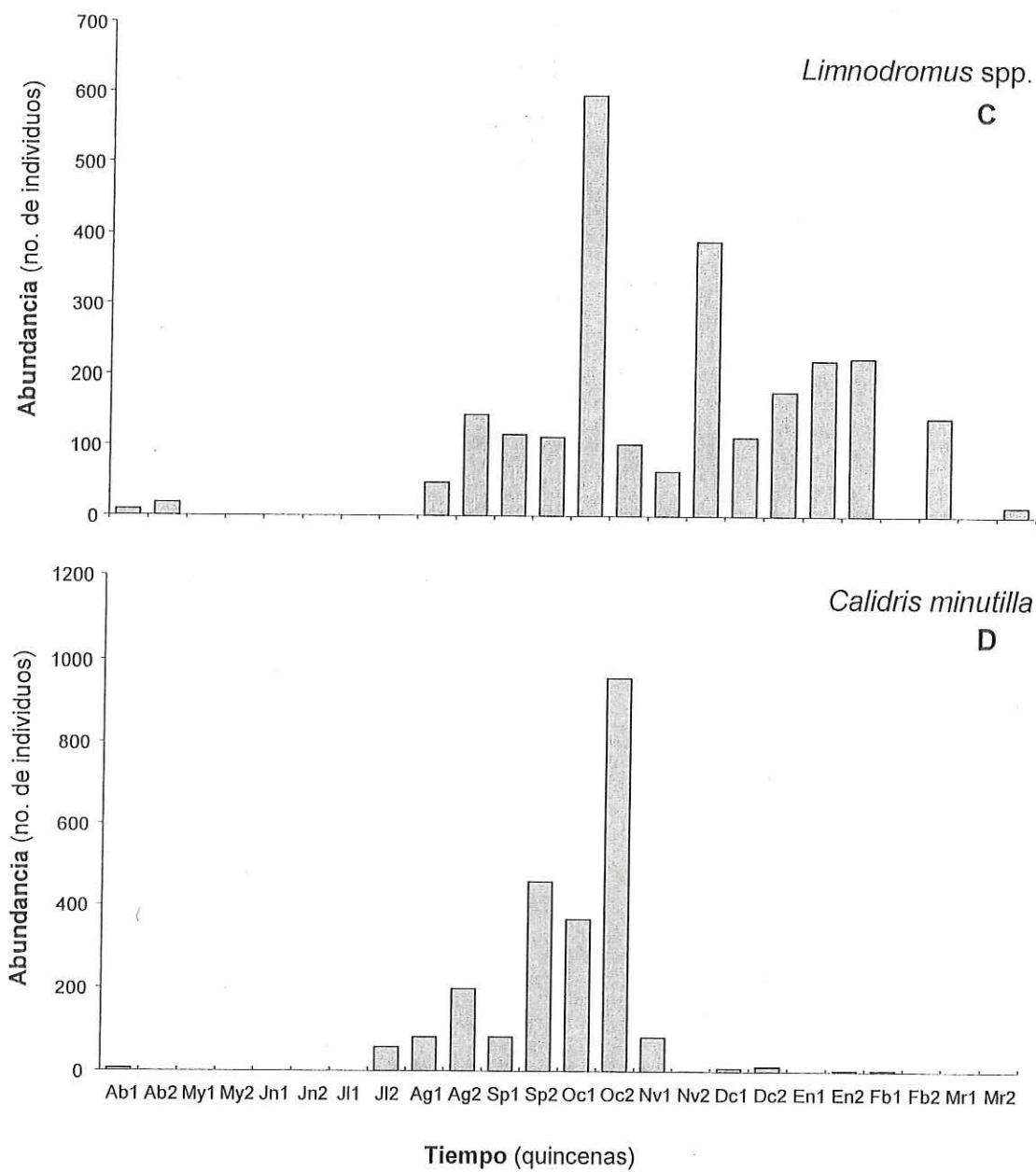


Figura 3.3 Continuación.

CAPÍTULO 4

**RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE AVES PLAYERAS EN UN AMBIENTE
NATURAL (ENSENADA DE LA PAZ) Y UNO ARTIFICIAL (LAGUNAS DE
OXIDACIÓN), EN EL EXTREMO SUR DE LA PENÍNSULA DE BAJA
CALIFORNIA, MÉXICO**

Riqueza y abundancia de aves playeras en un ambiente natural (Ensenada de La Paz) y uno artificial (Lagunas de Oxidación), en el extremo sur de la península de Baja California, México

RESUMEN

La parte sur de la Ensenada de La Paz es la única zona con sustrato lodoso de la costa sudoriental de la península de Baja California, adicionalmente en sus cercanías se ubican ambientes dulceacuícolas artificiales (lagunas de oxidación). Para describir la composición y abundancia de las aves playeras en ambas zonas, se realizaron 24 censos quincenales (ver Capítulos 3 y 4). Se identificaron 24 especies, 20 estuvieron presentes en los dos ambientes, dos fueron exclusivas de la playa y dos de las lagunas. La similitud de la riqueza entre ambos ambientes fue alta (0.91). Se realizaron 19,141 y 118,803 registros en las lagunas de oxidación y la playa, respectivamente; mientras que los números mínimos fueron de manera respectiva 4,921 y 21,865 aves. La similitud cuantitativa global fue notoriamente baja (0.19). Respecto a la riqueza temporal en las dos zonas se alcanzaron los valores menores en verano. Sólo a mediados de otoño se alcanzaron riquezas semejantes, posteriormente, la riqueza permaneció relativamente constante en la playa y disminuyó en las lagunas. Los mínimos de abundancia ocurrieron entre fines de primavera y verano en ambas zonas; en otoño las abundancias se elevaron (2,000 y 10,000 en lagunas y playa). Las abundancias disminuyeron a mediados de invierno, pero en playa se observó un repunte, ausente en lagunas. De esta forma, la máxima utilización de las lagunas fue en otoño, a diferencia de playa donde se mantuvo hasta inicios de la primavera. Las tres especies comunes a ambas zonas fueron las generalistas, capaces de utilizar diferentes ambientes durante sus migraciones. La diferencia más obvia de los dos sitios fue el predominio de *Calidris mauri* mayor en playa (65%, comparado con el 35% en lagunas). Aparentemente las lagunas fueron utilizadas como un sitio complementario de alimentación, por lo que es probable que se trate de un área subóptima con respecto a la playa.

PALABRAS CLAVE: Aves playeras, Charadrii, distribución espacio-temporal, ambientes alternos, Ensenada de La Paz, península de Baja California.

INTRODUCCIÓN

Las migraciones realizadas por la mayoría de las aves playeras neárticas les permiten permanecer durante el invierno en zonas menos extremas (Paulson 1993, Kasprzyk y Harrington 1989). Para efectuar dichos movimientos, estas aves utilizan una serie de sitios eslabonados (Myers *et al.* 1987), buena parte de estos sitios interconectados se localizan en los trópicos y subtrópicos, donde en general se han realizado pocos estudios respecto a su importancia para las aves acuáticas migratorias (Rubio *et al.* 1997).

La península de Baja California, se ubica en la porción noroccidental de la Republica Mexicana. Al sur de la península se localiza la región de la Bahía de La Paz, caracterizada por su clima seco subtropical y precipitación media anual menor de 200 mm (García y Mosiño 1969). Dada la aridez de la región, los ambientes dulceacuícolas son escasos (Guzmán *et al.* 1994). La mayor parte del perímetro interno de la bahía presenta sustratos rocosos y arenosos (Carmona y Ramírez 1997), excepto en su porción sur en una laguna costera denominada Ensenada de La Paz (Brabata 2001), cuyas planicies lodosas concentran aves vadeadoras de diferentes especies, principalmente aves playeras (Fernández 1993).

Por otra parte, la región de La Paz no cuenta con cuerpos dulceacuícolas naturales, sin embargo, en sus adyacencias se localizan las lagunas de oxidación de la Ciudad de La Paz (Carmona *et al.* 1999). Diferentes investigaciones han puesto de manifiesto la importancia de ambientes

alternativos a las zonas costeras (no influenciados por el nivel de marea), para la alimentación y descanso de aves playeras (Rottenborn 1996, Masero y Pérez Hurtado 2001, Ruiz-Campos *et al.* 2005).

En México no se han realizado estudios que comparen los patrones de utilización de los ambientes alternativos con los sitios naturales, además en las últimas décadas, el constante incremento demográfico en el extremo sur de la península, ha provocado alteraciones de hábitat en diferentes localidades, incluida la Ensenada de la Paz (Becerril y Carmona 1997, Carmona y Carmona 2000). En esta última región las lagunas de oxidación han conformado un ecosistema dulceacuícola que es utilizado por un número importante de aves playeras migratorias y residentes (Zamora-Orozco 2001). En el trabajo presente se analizó y comparó la distribución temporal y espacial de las aves playeras entre un ambiente costero y otro dulceacuícola en la región sudoriental de la península de Baja California, México, durante un ciclo anual.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los detalles para la determinación de la riqueza y la abundancia específica de aves playeras en ambas zonas se describen en los Capítulos 2 y 3 de esta tesis. Para facilitar la lectura del trabajo se abreviaron los nombres de las quincenas, utilizando la inicial del mes y la consonante inmediata, seguidas de la quincena correspondiente (1 o 2), así Jn1 y Jl2, corresponden, respectivamente a la primera quincena de junio y a la segunda de julio.

Inicialmente los comportamientos de la riqueza y la abundancia se compararon cualitativamente a lo largo del tiempo; además se utilizó una prueba de independencia X^2 en cada caso, para determinar si la riqueza y la abundancia a través de las quincenas pudiera ser consideradas independientes de la zona ($\alpha=0.05$, en todos los casos; Zar 1999). Posteriormente, se cuantificó la abundancia relativa para cada especie en ambas localidades (en orden decreciente), a esta información se le aplicó una prueba T de rangos pareados de Wilcoxon (Siegel y Castellan 1988). Adicionalmente, con la misma información se hicieron dos curvas de acumulación, una para cada sitio. Dichas curvas permitieron seleccionar las especies que fueron requeridas para conjuntar más del 90% de la abundancia acumulada en cada sitio. Las abundancias promedio estacionales de las especies selectas fueron analizadas individualmente.

Se determinó la abundancia promedio estacional de las especies por localidad. Con la información cualitativa (presencia ausencia), se calcularon los índices binarios de similitud de Sorensen (Krebs 1985) y se generó una matriz de similitud. La información cuantitativa se comparó utilizando el complemento del índice de disimilitud de Bray-Curtis (Heip *et al.* 1988), generando también su correspondiente matriz de similitud. Con base en los valores de similitud de cada matriz se confeccionaron los dendrogramas respectivos, utilizando el método de ligamientos promedio no ponderados (Crisci y López 1983).

RESULTADOS

Comparación de las riquezas y abundancias globales de aves playeras

Se observaron 24 especies de aves playeras. En cada zona se registraron 22 especies; 20 fueron compartidas por los dos ambientes, lo que ocasionó una alta similitud cualitativa global (0.91). Las dos especies exclusivas de las lagunas fueron *Charadrius vociferus* y *Phalaropus tricolor*, por su parte sólo en la playa se observaron *Arenaria interpres* y *Phalaropus lobatus*. Respecto al número de registros total, se distinguieron 19,141 y 118,803 individuos en las lagunas y la playa, respectivamente. Al menos 4,921 y 21,865 aves, respectivamente utilizaron los ambientes estudiados. Estos números fueron el resultado de la suma de la abundancia máxima observada para cada especie (independientemente de la fecha del censo), lo que evita la posibilidad de recuento, así los números indicados podrían subestimar la abundancia total, pero difícilmente la sobrestimarían. La similitud cuantitativa global fue notoriamente baja (0.19).

Comparación de las riquezas temporales de las aves playeras

Pese a que en ambas zonas se observó el mismo número de especies, la riqueza temporal mostró diferencias (Figura 4.1). En las dos zonas se alcanzaron los valores menores entre Ab2 y Ag1, pero en las lagunas estos valores disminuyeron hasta cuatro especies, mientras que en la playa el valor más bajo fue de ocho. Sólo a mediados de otoño se alcanzaron riquezas semejantes en los dos ambientes (Ag2 a Nv1), posterior a estas fechas, la

riqueza permaneció relativamente constante en la playa, a la par de una drástica disminución en las lagunas. Los valores máximos alcanzados en un censo fueron de 17 especies en las lagunas (Sp2) y 20 en la playa (Dc2). La prueba de independencia no mostró diferencias significativas en la riqueza temporal por zona ($\chi^2_{23g.l.}=13.9$; $P=0.92$).

Comparación de las abundancias temporales de las aves playeras

Los valores mínimos de abundancia se alcanzaron entre Mr2 y JI1 en ambas zonas (Figura 4.2); en otoño las abundancias se elevaron para alcanzar alrededor de 2,000 y 10,000 aves en las lagunas y la playa, respectivamente. En ambas zonas, las abundancias disminuyeron entre diciembre y enero, sin embargo, los bajos números se mantuvieron el resto de la temporada en las lagunas, en contraste en la playa se observó un notorio repunte. De esta forma, la máxima utilización de las lagunas se dio en otoño e inicios de invierno, a diferencia de la playa donde se mantuvo alta hasta inicios de la primavera (Figura 4.2). La prueba χ^2 evidenció una dependencia de la abundancia promedio por zona y tiempo ($\chi^2_{23g.l.}=8,206$; $P<0.005$).

Composición específica de la abundancia

En las dos zonas la especie más abundante fue *Calidris mauri*, sin embargo, el porcentaje que representó fue marcadamente diferente, en las lagunas alcanzó el 35%, mientras que en la playa representó el 65% del total de las observaciones (Figura 4.3). Se requirieron siete y seis especies en lagunas y

playa, respectivamente, para acumular más del 90% de la abundancia total (Figura 4.3); solamente tres especies de este grupo fueron comunes a ambas zonas (*Calidris mauri*, *Calidris minutilla* y *Limosa fedoa*). La prueba de Wilcoxon mostró que los rangos pareados de las diferentes especies no pueden ser considerados iguales ($W_{n=25}=138$; $P<0.01$). El notorio predominio de *Calidris mauri* en la playa se reflejó en una pendiente mayor de la curva de acumulación de esta zona. En los dos sitios se observó la presencia numéricamente poco importante de cerca de 14 especies (Figura 4.3).

Abundancia estacional de las especies más comunes en ambas zonas

Se observaron cuatro comportamientos generales de la abundancia estacional de las especies más comunes: (1) para las tres primeras especies (*Calidris mauri*, *Limosa fedoa* y *Calidris minutilla*; Tabla IV.1), hubo números medios en primavera, bajos en verano, con un considerable incremento en otoño, siendo aún altos para invierno en la playa, pero disminuyendo drásticamente en las lagunas; (2) el comportamiento observado para *Limnodromus* spp. en las tres primeras épocas fue muy semejante a las especies anteriores, pero en invierno ambas zonas fueron utilizadas prácticamente por el mismo número de aves que en otoño; (3) tres especies (*Recurvirostra americana*, *Himantopus mexicanus* y *Phalaropus tricolor*) tuvieron clara preferencia por las lagunas, de hecho las dos últimas prácticamente no fueron observadas en la playa; (4) por último *Tringa semipalmata*, *Charadrius semipalmatus* y *Charadrius wilsonia* fueron especies con afinidad por la playa, las abundancias de las dos primeras especies fueron

afectadas por las aves migratorias (otoño e invierno); la última especie mostró abundancias comparativamente homogéneas a lo largo del año.

Similitud estacional cualitativa

La similitud cualitativa fue alta (Figura 4.4), el valor de unión más bajo alcanzó 0.74. Inicialmente se agruparon las cuatro temporadas de la playa, con valores superiores a 0.90; por otra parte se unieron el invierno, la primavera y el otoño de las lagunas (valores superiores a 0.8). La playa y las lagunas en general (excepto el verano de las lagunas) se unieron a una similitud superior al 80%; el verano de las lagunas se unió hasta el final.

Similitud estacional cuantitativa

El análisis de similitud cuantitativa mostró menos afinidades entre las estaciones del año (Figura 4.5), el nivel más alto se observó entre el otoño y el invierno en la playa con 84%, seguido por la unión entre primavera y verano en las lagunas (0.68); posteriormente se unieron primavera y verano de la playa (>0.50); a este último grupo se le unió otoño de las lagunas con una semejanza del 45%; es decir otoño en lagunas fue más semejante a primavera y verano playa antes que a las restantes épocas de las lagunas.

DISCUSIÓN

Comparación de las riquezas y abundancias globales de aves playeras

La riqueza general para ambas zonas fue muy parecida, lo que indica que la mayor parte de las especies observadas pueden utilizar los dos tipos de ambiente, de hecho para diferentes especies se tienen registros de su carácter oportunista (*Calidris mauri*, *Calidris minutilla*, *Limosa fedoa*, entre otras; McNeil y Rodríguez-Silva 1996, Rottenborn 1996, Carmona *et al.* 2003b). Incluso al considerar a las 10 especies más abundantes para ambos ambientes (Tabla IV.I), todas pueden ser observadas en las dos zonas; similarmente las cuatro especies exclusivas (dos para cada zona), presentaron en todos los casos abundancias bajas; adicionalmente, sólo *Charadrius vociferus* (en lagunas) fue observado con regularidad.

En la playa se realizaron seis veces más registros que en las lagunas, situación que se relaciona con las diferencias en superficie disponible. Se prefirió la representación en abundancias porque no es objetivo de este capítulo comparar la importancia numérica de las zonas, sino observar sus patrones a través del tiempo (Carmona y Fernández 1997). El número mínimo de playeros que utilizan cada zona fue notoriamente mayor en la playa (en una relación de 4.4 a 1). Es probable que buena parte de los registros de las lagunas provengan de aves que utilizan alternadamente ambas zonas, tal como ha sido indicado en otros estudios (Rottenborn 1996, Masero *et al.* 1999, Carmona *et al.* 2003b, Masero 2003). Dado el aparente movimiento de las aves, es poco

recomendable considerar a la suma de los números máximos de cada sitio como un indicativo del número mínimo de playeros que utilizan ambas zonas.

Comparación de la riqueza temporal de aves playeras

La mayor riqueza de especies observada en la playa se debió a la mayor variedad de recursos que presenta esta zona, pues para algunas aves especialistas las lagunas no ofrece una alternativa alimenticia, tales como el ostrero (*Hematopus palliatus*; Paulson 1993) o del chorlito de Wilson (*Charadrius wilsonia*), este último con una dieta basada en cangrejos del género *Uca* (Galindo 1987).

Las diferencias temporales entre las zonas se mantuvieron relativamente constantes y menores o iguales a seis especies desde Ab1 hasta Dc1; es decir, desde la primavera tardía hasta mediados de invierno, y acentuaron sus diferencias en el resto del invierno e inicios de primavera. Las bajas diferencias observadas entre la primavera tardía y el verano son debidas a la partida de las especies migratorias (Paulson 1993, A.O.U. 1998), pues en dicho período se detectaron las menores riquezas, patrón indicado en otros trabajos para la península (Palacios *et al.* 1991, González 1996, Carmona y Danemann 1998). Desde inicios de otoño y hasta mediados de invierno, las escasas diferencias observadas se relacionaron con el arribo de especies migratorias a las dos zonas (Brabata 1995, Carmona 1995, Zamora-Orozco 2001); las notorias diferencias observadas a continuación implican una disminución en la riqueza de las lagunas acompañada de una estabilización en la playa, lo que señala

que diferentes especies dejaron de utilizar la primera zona a mediados del invierno. El uso diferencial de ambientes alternos por época del año han sido también reportado en otros sitios, como la Bahía de Cádiz, España (Masero 2003), donde se observó un notorio incremento en el uso de ambientes artificiales en la época premigratoria de primavera. Es probable que para el caso presente, las aves que utilizaron las lagunas en otoño sean las que continuaron su migración a sitios más sureños, como ha sido propuesto para otras localidades peninsulares (Carmona y Danemann 1998). En adición, a diferencia de la Bahía de Cádiz, ha sido indicada una baja utilización general de la península de Baja California durante la migración al norte (Carmona *et al.* 2004), lo que explicaría el escaso repunte observado en esta época en la playa.

Comparación de las abundancias temporales de las aves playeras

La utilización preferencial de las lagunas en otoño e inicios de invierno se resalta al observar los cambios en abundancia. Un comportamiento semejante en los niveles de abundancia ha sido observado en otras áreas alternas de alimentación, al menos para *Calidris mauri*, lo que ha sugerido la utilización de rutas migratorias elípticas (Smith *et al.* 1991), de forma semejante a lo planteado para la península de Baja California, donde como fue mencionado aparentemente la zona se encuentra desconectada de la migración de primavera (Carmona *et al.* 2004). Es decir, las lagunas serían utilizadas preferentemente por aves que van de paso (en otoño) y requiere recuperar rápidamente la grasa corporal para poder continuar su migración. La escasa

abundancia observada en ambas localidades en primavera fortalece la idea de una migración elíptica.

Por otra parte, los cambios numéricos observados en la playa durante el invierno, mismos que estuvieron fundamentalmente determinados por la abundancia de *Calidris mauri*, se puede relacionar con la tendencia de esta especie a presentar grupos transeúntes que se mueven entre diferentes humedales dentro de una misma región, un comportamiento que ha sido sugerido para la porción norte de la península (Fernández *et al.* 2001), comportamiento que se ha observado para su congénere *Calidris alpina* (Sanzenbacher y Haig 2002).

Por último, en ambas zonas se observó un ligero repunte a finales de julio, mismo que se relaciona con la llegada de las primeras aves durante la migración de otoño (Carmona 1995, Brabata 2001), presumiblemente, al menos para *C. mauri* y *C. minutilla*, se trate de las hembras adultas, pues éstas son los primeros en dejar las zonas de reproducción (Cooper 1994, Wilson 1994).

Composición específica de la abundancia

Las tres especies comunes a ambas zonas (*Calidris mauri*, *Calidris minutilla* y *Limosa fedoa*), son precisamente las que han sido indicadas como generalistas, capaces de utilizar diferentes ambientes durante sus migraciones (Rottenborn 1996, Masero *et al.* 1999, Carmona *et al.* 2003b). Lo anterior refuerza la idea, para estos casos, de una utilización compartida de ambos ambientes. A pesar

del hecho de que las tres especies arriba citadas acumularon más de la mitad del total de registros (51.6 y 78.8% para las lagunas y la playa, respectivamente) en ambos ambientes, no fue posible considerar iguales las tendencias; esta situación es resultado del notable predominio de *Calidris mauri* en la playa y la presencia de otras especies numéricamente importantes en cada zona. Cabe mencionar, que la playa fue la zona más importante tanto en términos de riqueza específica, como en dominancia monoespecífica (*Calidris mauri*).

Abundancia estacional de las especies más comunes en ambas zonas

Las aves playeras más abundantes (*Calidris mauri*, *Calidris minutilla* y *Limosa fedoa*), coincidieron en utilizar las lagunas preferentemente en el otoño e invierno temprano, aparentemente las lagunas están funcionando como un sitio complementario de alimentación, utilizado únicamente durante una de las épocas de mayor demanda energética (Lindström 1991, Butler *et al.* 1997); utilizado principalmente por especies generalistas, como las tres mencionadas (Lindström 1991, Butler *et al.* 1997, Carmona *et al.* 2003b). Estas aves presentan cambios estacionales de requerimientos energéticos, está documentada una mayor demanda energética durante las épocas migratorias (otoño y primavera), en comparación con la temporada invernal, misma que se refleja en notorios incrementos de la masa corporal en épocas migratorias (Butler *et al.* 1987, Summers *et al.* 1992). Las lagunas probablemente sean un sitio complementario de alimentación, con mayor utilización precisamente en la

época de mayor requerimiento energético de las aves (otoño). En adición, las mareas en la región de La Paz tienden a ser de menor amplitud en el otoño, lo cual se refleja en una menor área de alimentación disponible en la playa (Grivel y Grivel 1991).

En cuanto a las variaciones observadas para el género *Limnodromus* (*L. griseus* y *L. scolopaceus*), se ha indicado la preferencia de la primera especie por ambientes costeros, mientras que la segunda prefiere zonas dulceacuícolas (Paulson 1993, Howell y Webb 1995), infortunadamente no fue posible la identificación específica de estas aves, por lo que existe la posibilidad de que en las lagunas predomine *L. scolopaceus* y en la playa *L. griseus*. Independientemente de lo anterior, las escasas diferencias vistas entre otoño e invierno sugieren que la Ensenada de La Paz funciona más como un sitio de invernada que de paso. En una playa pequeña de la zona (El Conchalito), se ha indicado la presencia de oleadas migratorias para este género (Carmona 1995), sin embargo, dada la mayor cobertura espacial del presente trabajo, es probable que las fluctuaciones observadas en El Conchalito reflejen cambios de utilización locales de las zonas, más que pulsos migratorios.

Para las aves con preferencias dulceacuícolas, los datos sugieren que *Phalaropus tricolor* es una especie transeúnte de otoño, sin grupos invernantes en la zona, similar a lo referido en la literatura (Wilbur 1987), aunque Wilbur sugiere que el área también es utilizada en primavera, lo que no fue visto en el trabajo presente, ni en otros años en la zona (Carmona, datos no publicados).

Por su parte, se ha indicado (Carmona *et al.* 2000), la presencia de *Himantopus mexicanus* y *Recurvirostra americana* anidando en las lagunas. Al considerar esta información en referencia a los patrones observados, existen grupos de aves que veranean y se reproducen en la zona, en ambos casos las abundancias en otoño se incrementan, con la llegada de grupos migratorios, tal como se indica en la literatura (Wilbur 1987, Howell y Webb 1995).

Respecto a las aves con preferencia costera, inicialmente *Charadrius wilsonia* presento pocas fluctuaciones estacionales, lo que refleja su carácter residente (Galindo 1987, Wilbur 1987) y su reproducción local. En cuanto a *Tringa semipalmata* y *Charadrius semipalmatus*, en ambos casos se trata de aves migrantes, con fracciones poblacionales que veranean en la zona (Carmona 1995), en ambos casos la literatura indica una clara preferencia por la zona costera (Paulson 1993, Howell y Webb 1995).

Similitud estacional cualitativa

La similitud cualitativa fue en general alta. Dado el carácter cualitativo del índice utilizado, la similitud observada debe relacionarse con movimientos de diferentes especies entre ambos sitios, como ha sido indicado en otros trabajos (Rottenborn 1996, Masero *et al.* 1999, Masero 2003), incluso para las zonas de estudio (Carmona *et al.* 2003b). Pese a lo anterior, la presencia de especies con alta fidelidad o afinidad por alguno de los dos ambientes, ocasionó la separación de las zonas. Es decir, el factor época del año (presencia de

especies migratorias generalistas), afecta menos a la similitud que la propia zona.

Similitud cuantitativa estacional de aves playeras

En contraste, la similitud cuantitativa de aves playeras a nivel estacional fue menor y reflejó claramente los movimientos migratorios de las mismas. En el dendrograma resultante, se agruparon, en primer término las épocas de la playa con mayor nivel de uso (otoño e invierno), el segundo grupo se integró por las épocas de bajo uso de la misma zona y por la de mayor utilización en las lagunas (otoño); por último, se agruparon las estaciones de bajo uso de las lagunas. Nuevamente la información indica que la zona dulceacuícola es utilizada básicamente como un sitio complementario, por lo que existe la posibilidad de que se trate de un área subóptima en alguna o algunas de sus características, como abundancia de alimento o depredación, como se ha indicado para otros ambientes peninsulares (Buenrostro *et al.* 1999).

CONCLUSIONES

1. La riqueza en ambas zonas fue muy parecida, lo que indica que la mayor parte de las especies pueden utilizar los dos tipos de ambientes.
2. Cuantitativamente, es probable que la mayoría de los registros de las lagunas provengan de aves que utilizan alternadamente ambas zonas.
3. Las lagunas fueron utilizadas básicamente en otoño, al menos en parte por aves que continuaron su migración a sitios más sureños.

4. La escasez de registros primaverales en las lagunas se relaciona más con una baja utilización de la zona en su conjunto, que con una preferencia de las aves.
5. Las tres especies comunes a ambas zonas fueron las generalistas, capaces de utilizar diferentes ambientes durante sus migraciones.
6. La diferencia más obvia de los dos sitios fue el predominio de *Calidris mauri* en la playa (65%), pues pese a que en las lagunas también fue la especie más abundante su dominancia fue menor (35%).
7. Las aves playeras más abundantes utilizaron las lagunas en el otoño e invierno temprano, aparentemente como un sitio complementario de alimentación. Por lo que existe la posibilidad de que se trate de un área subóptima en alguna o algunas de sus características.

Tabla IV.1 Abundancia promedio estacional de las 10 especies más comunes en ambos sitios (LO=Lagunas de oxidación, PL=zona de playa) en la Ensenada de La Paz.

Estación	Primavera		Verano		Otoño		Invierno	
	LO	PL	LO	PL	LO	PL	LO	PL
<i>Calidris mauri</i>	6.7	1126.0	4.6	370.3	796.7	5780.1	104.6	4607.0
<i>Limosa fedoa</i>	8.5	488.5	33.5	145.1	95.8	477.5	17.1	798.5
<i>Calidris minutilla</i>	1.5	62.2	9.6	0.0	277.3	132.8	4.3	243.3
<i>Limnodromus</i> spp.	10.2	40.5	0.0	7.5	196.2	148.5	145.3	177.1
<i>Recuvirostra americana</i>	23.2	4.0	34.0	8.3	92.6	43.3	60.5	32.1
<i>Himantopus mexicanus</i>	64.7	0.7	44.5	0.0	116.3	0.1	209.6	0.0
<i>Phalaropus tricolor</i>	0.2	0.0	0.2	0.0	76.2	0.0	0.0	0.0
<i>Tringa semipalmata</i>	6.7	166.5	7.5	53.5	19.6	152.3	1.0	237.8
<i>Charadrius semipalmatus</i>	2.0	151.2	0.0	40.3	14.6	484.8	0.2	282.0
<i>Charadrius wilsonia</i>	0.2	182.7	0.0	135.0	2.3	97.0	1.6	142.8

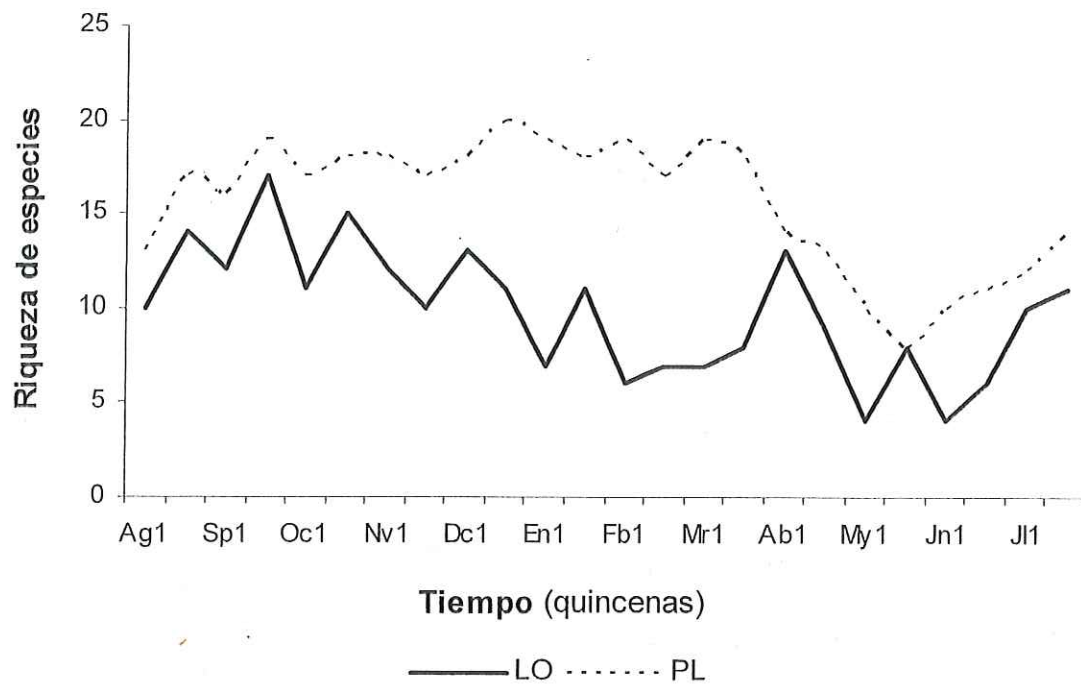


Figura 4.1 Riqueza de especies de aves playeras en los dos sitios de estudio (LO=Lagunas de oxidación, PL=zona de playa) en la Ensenada de La Paz.

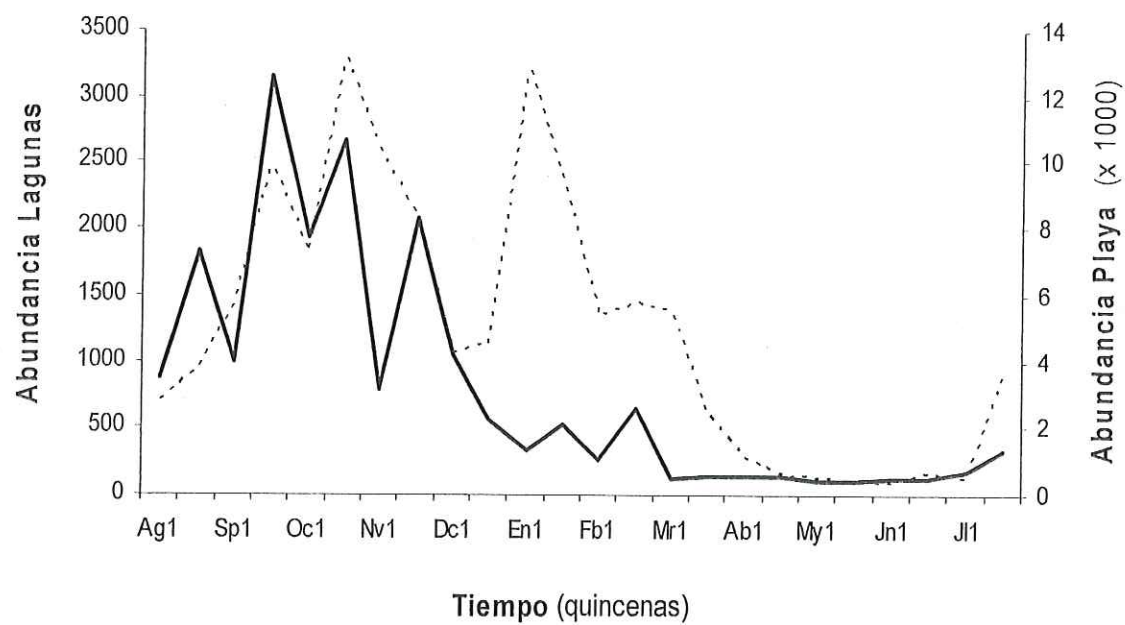


Figura 4.2 Abundancia de aves playeras en los dos sitios de estudio (LO=Lagunas de oxidación, PL=zona de playa) en la Ensenada de La Paz.

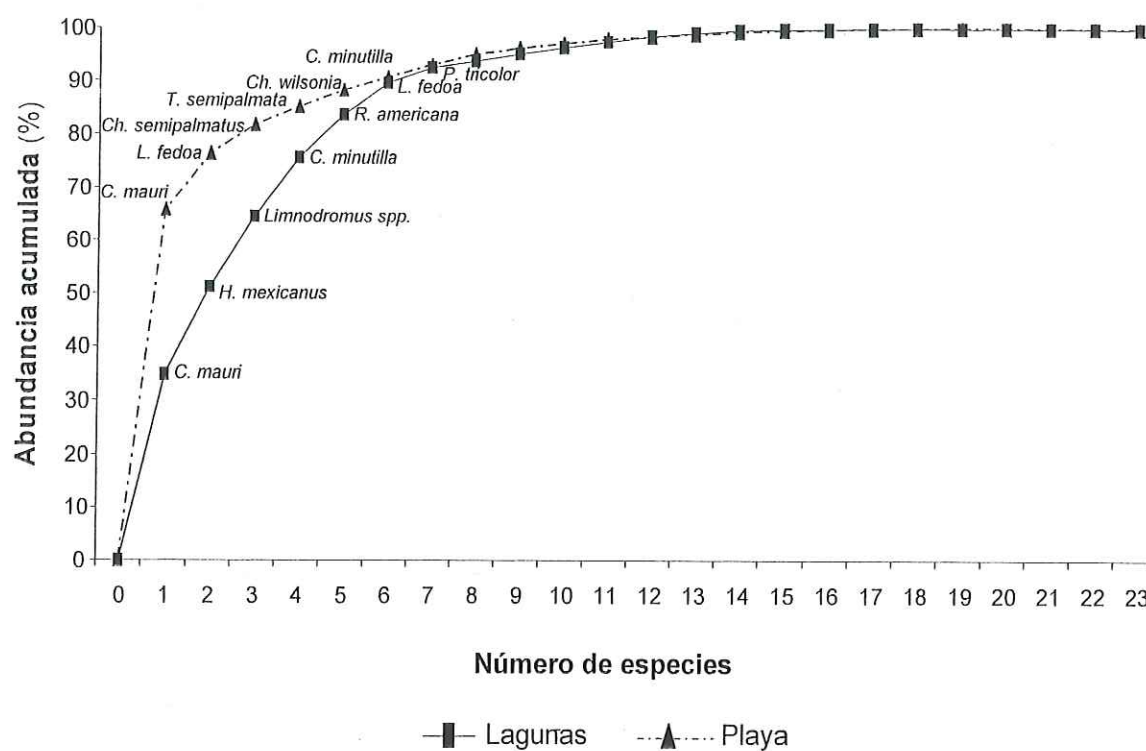


Figura 4.3 Abundancia acumulada de aves playeras en ambos sitios de estudio (LO=Lagunas de oxidación, PL=zona de playa) en la Ensenada de La Paz.

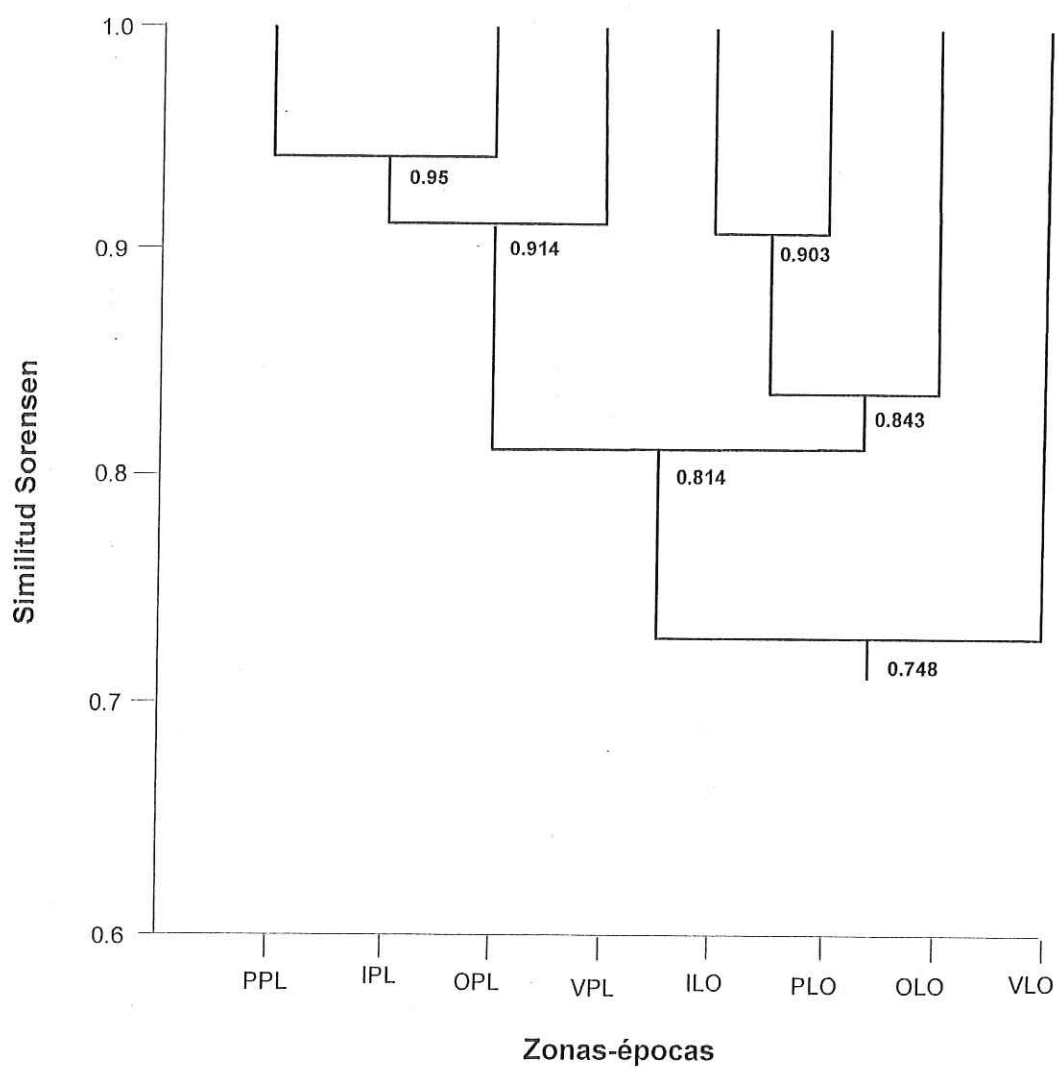


Figura 4.4 Similitud cualitativa estacional de aves playeras en los sitios de estudio de la Ensenada de La Paz (La primera letra indica la estación del año: P=Primavera, V=Verano, O=Otoño e I=Invierno; seguida del apócope del lugar: PL=Playa, LO=Lagunas de oxidación).

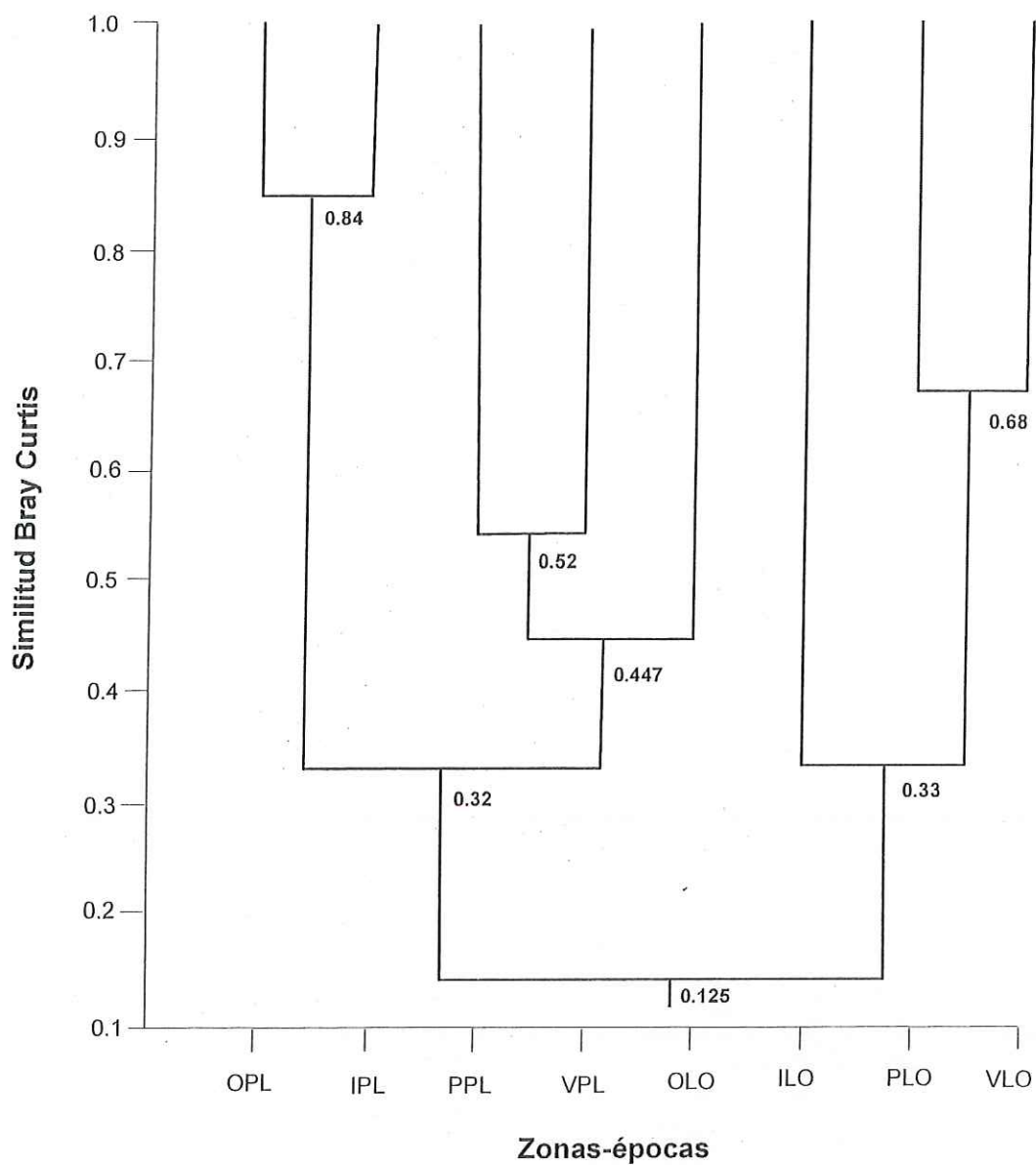


Figura 4.5 Similitud cuantitativa estacional de aves playeras en los dos sitios de estudio de la Ensenada de La Paz (La primera letra indica la estación del año: P=Primavera, V=Verano, O=Otoño e I=Invierno; seguida del apócope del lugar: PL=Playa, LO=Lagunas de oxidación).

CAPÍTULO 5

DISTRIBUCIÓN DE AVES PLAYERAS EN LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN DE LA CIUDAD DE LA PAZ, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

Uso estacional por aves playeras de dos ambientes acuáticos, costero y dulceacuícola, y su relación con el nivel de mareas, en la Ensenada de La Paz, Baja California Sur, México

RESUMEN

Se evaluó el efecto del nivel de marea sobre la abundancia de aves playeras en dos ambientes acuáticos adyacentes (uno marino, playa de Chametla; y otro dulceacuícola artificial, lagunas de oxidación) en la región de Ensenada de La Paz, Baja California Sur, México. Se realizaron 41 censos simultáneos en los dos ambientes, entre Octubre de 1998 y Febrero de 1999. Tres tipos de preferencia de hábitat fueron exhibidos por las especies registradas: (1) especies exclusivas de ambientes marinos, (2) especies que únicamente utilizaron la zona dulceacuícola, y (3) especies que pueden utilizar indistintamente ambos ambientes (generalistas). Para las aves generalistas, particularmente para el Playerito Occidental (*Calidris mauri*), se observó un mayor uso de las lagunas, en otoño y de Chametla en invierno, lo cual se relaciona con la mayor demanda energética de estas especies durante la época de movimientos migratorios. Es decir, en otoño estas especies se alimentan durante bajamar en Chametla, pero en pleamar lo hacen en las lagunas. En general, para las especies generalistas, los modelos exponenciales se ajustaron mejor para las lagunas en otoño y para Chametla en invierno, logrando explicar hasta un 60% de la variación observada.

PALABRAS CLAVE: aves playeras, uso de hábitat, nivel de marea, Ensenada de La Paz, Baja California, México.

INTRODUCCIÓN

Las aves playeras son, junto con los anátidos, el grupo de aves acuáticas migratorias más abundante en el Corredor del Pacífico, mismo que incluye a la península de Baja California (Paulson 1993). Las aves migratorias frecuentemente explotan recursos cíclicos en lugares que no soportan un uso continuo (Erwin *et al.* 1986). Pese a que algunas zonas pueden soportar abundancias altas durante el invierno, en general los números observados son menores al compararse con las épocas de movimientos migratorios (otoño y primavera). Esta estrategia obliga al uso una secuencia específica de sitios eslabonados a lo largo de las rutas migratorias (Erwin *et al.* 1986).

El crecimiento poblacional humano y sus actividades inherentes han traído como consecuencia la degradación de hábitat esenciales en la ruta de las aves migratorias (Myers 1983). En algunas regiones de la península de Baja California, la pérdida del hábitat y el disturbio humano han afectado notablemente la abundancia y distribución de las comunidades de aves acuáticas (Massey y Palacios 1994). En otras zonas, la generación de hábitat artificiales tales como embalses y otros cuerpos de agua dulce parecen ser beneficiosos para las aves (Cisneros 1985, Smith *et al.* 1991, Schnack *et al.* 2000), aunque estos sitios pueden llevar implícitas otras amenazas aún no estudiadas (como uso de herbicidas e insecticidas y fauna exótica entre otras).

En las adyacencias de la Ciudad de La Paz, se localizan cinco lagunas artificiales de oxidación (Zamora-Orozco 2001). En los alrededores de las

lagunas de oxidación, el agua dulce ha permitido la existencia de pastizales y zonas de cultivo, mismos que aumentan la diversidad de recursos disponibles para las aves (Castillo-Guerrero *et al.* 1999, Zamora-Orozco 2001), como ha sido mencionado para otras zonas (Schnack *et al.* 2000). Dichos recursos probablemente sean complementarios a los utilizados en las playas cercanas como Chametla y El Centenario. La importancia de las aves migratorias, incluyendo playeros, ha sido señalada tanto para las lagunas (Zamora-Orozco 2001), como para la zona costera aledaña (Carmona 1995, Brabata y Carmona 1998).

Diferentes estudios han indicado la influencia de los factores ambientales en la selección del hábitat de las aves playeras. Algunos de ellos se han centrado en una especie como el Playero Dorso Rojo (*Calidris alpina*, Hotker 2000) y el Playero Blanco (*Calidris alba*, Connors *et al.* 1981); en ambos estudios el nivel de marea fue determinante en el uso de las zonas. Otros como el de Burger *et al.* (1977), determinaron el efecto del nivel de marea en el uso de tres zonas (playa abierta, playa protegida y humedales), notaron patrones de uso marcadamente diferentes. En la playa abierta las mayores abundancias fueron bimodales, cuatro horas antes y dos después de la marea baja. En la playa protegida la mayor abundancia se observó entre seis y tres horas antes de la marea baja; por último en los humedales la mayor abundancia coincidió con las mareas bajas. Otro estudio determinó el efecto del nivel de marea en una zona que no está directamente influenciada por ésta (áreas de cultivo adyacentes a

la costa, Rottenborn 1996). En dicho estudio, se observó que las abundancias de las aves generalistas en las zonas de cultivo estuvieron relacionadas con el nivel de marea, mientras que las especialistas presentaron pocos cambios.

En las lagunas de oxidación se han observado especies de aves playeras que utilizan también el sitio marino. Por tal motivo, el presente estudio tiene como objetivo determinar los patrones de utilización en las dos áreas (lagunas y Chametla), considerando el nivel de marea y la época del año, pues ambos factores (entre otros) son determinantes para el uso de diferentes áreas por parte de las aves playeras.

MATERIALES Y MÉTODOS

Con el propósito de detectar diferencias en la utilización por aves playeras de la planicie lodosa (Chametla) y las lagunas de oxidación, en función del nivel de marea, se efectuaron ocho muestreos entre Octubre de 1998 y Febrero de 1999. En cada uno se llevó a cabo un promedio de poco más de cinco censos puntuales, espaciados por una hora, completando así 41 censos realizados simultáneamente en ambas localidades. La realización de los censos al unísono evitó el recuento de individuos. De los 41 censos puntuales, 24 se realizaron en otoño y 17 en invierno.

En cada censo se anotó la hora de observación, el nivel de marea y la abundancia de cada especie. Para los conteos se utilizaron binoculares (10 y 12x) y telescopios (15-60x), siguiendo el método de barrido (Page *et al.* 1979).

Las aves se contaron directamente cuando sus números fueron menores a 300 individuos. Los números mayores fueron estimados (Page *et al.* 1979), considerando las sugerencias de Kasprzyk y Harrington (1989), al respecto de la estandarización de las estimaciones.

Los censos en Chametla se realizaron desde un punto fijo, dado que esta zona presenta un terreno despejado que permite observar a las aves desde una distancia considerable, abarcando aproximadamente 200 m paralelos a la línea de costa. En cambio en las lagunas, donde los pastos impidieron el uso de esta metodología, se realizaron recorridos a través del perímetro para facilitar las observaciones.

Para ambas zonas, se determinaron las abundancias promedio por especie, para cada estación del año (otoño e invierno). Además se determinó el porcentaje de abundancia total que le correspondió a cada zona. Basándose en los criterios propuestos por Rottenborn (1996), se consideraron como especies con afinidad por las lagunas (dulceacuícola) o Chametla (costera) a aquellas que acumularon el 90% o más en uno de estos sitios (especialistas), y como especies con afinidad compartida (generalistas) aquellas que presentaron menos del 90%, en cualquier sitio, es decir más del 10%, en el otro.

En función a la afinidad antes mencionada, las abundancias totales, por sitio y por estación del año, fueron relacionadas con los niveles de marea correspondientes. Así, para las lagunas se relacionó la abundancia de las especies con afinidad dulceacuícola y la de las especies con afinidad

compartida (generalistas), para cada estación del año. Por su parte, en Chametla se relacionaron las abundancias de las especies con afinidades marina y compartida, para cada estación del año. Formando ocho grupos de datos: dos lugares (Chametla y lagunas), dos estaciones del año (otoño e invierno) y dos afinidades (dulceacuícola y compartida para las lagunas o costera, y compartida para Chametla). Por otra parte, se seleccionaron las dos especies con afinidad compartida que presentaron las mayores abundancias, el Playerito Occidental (*Calidris mauri*) y el Picopando Canelo (*Limosa fedoa*). En estos casos, se relacionó la abundancia de dichas especies (por estación del año y por sitio), con el nivel de marea. Formándose nuevamente ocho grupos de datos (dos especies, dos lugares y dos estaciones). A cada uno de los 16 grupos de datos anteriores, se les ajustó el modelo exponencial (Pereiro 1982), así $Y_i = a e^{bX_i}$, donde Y_i = abundancia calculada con el nivel de marea i , a = constante de ajuste (número de aves con nivel de marea cero), b = tasa de cambio de la abundancia, y X_i = nivel de marea i .

Los ajustes se llevaron a cabo por el método iterativo no lineal propuesto por Marquardt (1963), mediante el uso del paquete estadístico StatGraphic 5.0. La utilización del modelo exponencial se sustentó en que en un análisis exploratorio se observó que algunos de los grupos de datos podrían apegarse más a este modelo que al lineal, adicionalmente es un modelo sencillo con sólo dos constantes y que describe adecuadamente diferentes eventos biológicos.

RESULTADOS

En total se identificaron 20 especies de aves playeras, 15 en las lagunas y 17 en Chametla. De éstas, 12 fueron compartidas por ambos ambientes (Tabla V.1). *Charadrius vociferus*, *Himantopus mexicanus* y *Calidris alpina* sólo fueron vistos en las lagunas, mientras que *Charadrius alexandrinus*, *Charadrius wilsonia*, *Haematopus palliatus*, *Numenius phaeopus* y *Calidris alba* fueron exclusivos de Chametla (Tabla V.1).

La abundancia total acumulada fue similar en los dos ambientes, en ambos casos cercana a 11,000 registros. Sin embargo, las composiciones variaron notoriamente. Así, considerando la abundancia total expresada en porcentaje, además de las tres especies exclusivas de este sitio, *Tringa melanoleuca* y los costureros (*Limnodromus* spp.) predominaron en las lagunas. Respecto a este último género, en la zona pueden observarse dos especies (*L. griseus*, y *L. scolopaceus*), sin embargo su identificación en campo (durante el invierno) es muy difícil, por lo que se prefirió reportarlos a nivel genérico. En cuanto a Chametla, adicionalmente a las cinco especies exclusivas, predominaron *Pluvialis squatarola*, *Charadrius semipalmatus*, *Tringa semipalmata* y *Numenius americanus*. Sólo tres especies mostraron abundancias semejantes en ambos sitios: *L. fedoa*, *C. mauri* y *Calidris minutilla*, este último con abundancias bajas (Tabla V.1).

Al comparar las abundancias promedio registradas en otoño e invierno, se observó en las lagunas que *C. mauri* y *L. fedoa* disminuyeron drásticamente sus

números. Por su parte, los costureros mantuvieron semejantes sus abundancias y sólo *H. mexicanus* las incrementó notablemente. En Chametla en contraste, tanto *C. mauri* como *L. fedoa*, aumentaron sustancialmente sus números entre el otoño y el invierno (Tabla V.1).

En cuanto a las relaciones determinadas, para el otoño en las lagunas se evidenció que la abundancia de las aves con afinidad dulceacuícola no presentó relación aparente con el nivel de marea. En contraste, para las aves con afinidad compartida, pese al ajuste bajo (aunque significativo) sí fue observada tal relación, abundancias mayores les correspondieron a niveles de marea altos (Tabla V.2, Figura 5.1A). También en otoño, en Chametla, se observó un bajo nivel de utilización y sin relación evidente con los niveles de marea, tanto para las especies con afinidad costera como aquéllas compartidas por las dos zonas (Tabla V.2, Figura 5.1B).

Durante el invierno, para las lagunas se observó una relación significativa entre el nivel de marea y la abundancia de las aves con afinidad dulceacuícola, mientras que en aquéllas con afinidad compartida tal relación no existió (Tabla V.2, Figura 5.1C). Por su parte, en Chametla se observaron relaciones significativas, tanto para las especies con afinidad costera como para las compartidas por las dos zonas. En ambos casos, las abundancias bajas correspondieron a niveles de marea altos (Tabla V.2, Figura 5.1D).

Respecto a las especies más abundantes con afinidad compartida, durante el otoño, *C. mauri* mostró relaciones significativas en ambos lugares. En las

lagunas, sus abundancias aumentaron paralelamente al incremento del nivel de marea, mostrando un patrón inverso en Chametla (Tabla V.3, Figura 5.2A). Por su parte *L. fedoa* no evidenció relación en ninguno de los dos lugares (Tabla V.3, Figura 5.2B).

En invierno, *C. mauri* no mostró una relación significativa entre sus abundancias y los niveles de marea en las lagunas. En contraste, se evidenció una relación inversa entre el nivel de marea y la abundancia para Chametla (Tabla V.3, Figura 5.2C). *L. fedoa* mostró comportamientos similares, sin relación en las lagunas y con relación inversa en Chametla (Tabla V.3, Figura 5.2D).

DISCUSIÓN

Para *Ch. vociferus* y *H. mexicanus*, especies únicamente vistas en el ambiente dulceacuícola, su afinidad por este tipo de ambientes ha sido registrada (Wilbur 1987, Howell y Webb 1995); la tercer especie restringida a las lagunas (*C. alpina*) ha sido registrada esporádicamente en la Ensenada de La Paz, tanto en sitios costeros (Carmona y Ramírez 1997) como en dulceacuícolas (Zamora-Orozco 2001), por lo que su "exclusividad" dulceacuícola se relaciona más con un único registro en las lagunas que con una afinidad real por este tipo de ambientes. Por su parte, la afinidad costera (al menos durante la migración) de las cinco especies observadas exclusivamente en Chametla (*Ch. alexandrinus*, *Ch. wilsonia*, *H. palliatus*, *N. phaeopus* y *C. alba*) ha sido registrada en diferentes trabajos (Wilbur 1987, Carmona 1995).

En adición, las notables diferencias observadas en cuanto a la composición de especies son un reflejo de la capacidad de estas aves por explotar diferentes tipos de recursos (Burger *et al.* 1977) y de la importancia de las lagunas para algunas especies que de otra forma, serían difíciles de observar en la región. Con lo anterior no se pretende sugerir que lugares artificiales, como las lagunas, sean más importantes que zonas naturales semejantes. Sin embargo, en zonas donde los sitios dulceacuícolas naturales no existen o son muy escasos, como la Ensenada de La Paz, sitios como las lagunas indudablemente favorecen la presencia de comunidades más complejas de éstas y otras especies de aves (Castillo-Guerrero y Carmona 2001). Situaciones semejantes han sido registradas en otras áreas (Schnack *et al.* 2000).

Se observó un cambio notable en el uso estacional de los dos sitios por parte de las especies generalistas. Las lagunas fueron ampliamente utilizadas en otoño, pero muy poco en invierno, mientras que en Chametla el patrón fue inverso. Lo anterior posiblemente se relacione con los cambios estacionales de requerimientos energéticos que tienen estas aves, pues está bien documentada una mayor demanda energética durante la época migratoria (otoño y primavera), en comparación a la temporada invernal. Para diferentes especies, se ha observado un notorio cambio en masa corporal entre dichas épocas (Butler *et al.* 1987, Summers *et al.* 1992). Así, es probable que las lagunas sean un sitio alternativo de alimentación, con mayor utilización precisamente en la época (de las dos estudiadas) de mayor requerimiento energético de las aves (otoño).

En adición, las mareas en la región de La Paz tienden a ser de menor amplitud en el otoño, lo cual se refleja en una menor área de alimentación disponible (Grivel y Grivel 1991).

Considerando que las especies dulceacuícolas especialistas limitan sus movimientos a este tipo de áreas, la falta de relación entre el nivel de marea y su abundancia determinada para el otoño era esperable. Esto significa que las especies antes mencionadas prefieren las lagunas independientemente del área disponible en la costa. En contraste, en las aves generalistas sí se observó tal relación. Es decir a medida que la zona de entre mareas se inundó, estas especies se movieron hacia las lagunas dulceacuícolas. Comportamientos semejantes se han registrado entre la costa y salitrales adjuntos (Warnock y Takekawa 1995) y en zonas de cultivo aledañas a la línea de playa (Rottenborn 1996).

Durante el otoño, en Chametla, no se observó una relación evidente entre los niveles de marea y las abundancias tanto de las especies generalistas como de las especialistas. La falta de relación se interpreta como un reflejo de los bajos niveles de utilización de la zona en esta época del año. En otras regiones se ha documentado un uso diferencial de distintos ambientes (Skagen y Knopf 1994), tal como aparentemente sucede en La Paz.

La relación significativa observada para las aves con afinidad dulceacuícola en las lagunas durante el invierno es difícil de explicar en función a los niveles de marea, pues aparentemente se relaciona con una abundancia irregularmente

alta de estas aves. Existen dos probables explicaciones no excluyentes. Se puede tratar de una falta de independencia de los datos, pues el grupo de mayor abundancia corresponde a censos realizados un solo día. Puede también ser el reflejo de algún evento puntual que obligó a estas aves a alejarse del tanque de almacenamiento de agua tratadas; el otro lugar dulceacuícola cercano donde también han sido vistas, mismo que se encuentra a poco más de 10 km (Castillo-Guerrero y Carmona 2001).

Respecto a lo registrado en Chametla (invierno), las relaciones significativas tanto para las especies con afinidad costera como para las generalistas reflejan cambios en la utilización de los sitios con base en los niveles de mareas. Sin embargo, a éstos no les correspondieron cambios de abundancia en las lagunas. Parece que las especies generalistas dejaron de alimentarse en la costa o bien se movieron a otros sitios también costeros, pero sin observarse en las lagunas. Lo anterior concuerda con la idea de que durante el invierno las aves tienen menos requerimientos energéticos (Butler *et al.* 1987, Summers *et al.* 1992), por lo cual no se ven obligadas a continuar alimentándose en sitios no influidos por la marea (lagunas), como sucedió en otoño.

En general, el efecto de la marea sobre la utilización de un área por las aves playeras ha sido bien documentado (Burger *et al.* 1977, Connors *et al.* 1981, Warnock y Takekawa 1995). Estas aves sólo pueden alimentarse en planicies lodosas que no estén cubiertas por aguas profundas, razón por la cual la disponibilidad de las áreas está directamente relacionada con el tiempo de

exposición y el nivel de marea (Schieffarth *et al.* 1996). Por lo regular en la Bahía de La Paz, la mayoría de los días tienen dos lapsos de marea baja, por lo que el período de exposición óptimo está restringido, así siempre que las condiciones ambientales lo permitan, estas aves se verán alimentándose; sobre todo al considerar la fuerte demanda energética asociada con la migración (Skagen y Knopf 1993). Por otra parte, está documentado que algunas aves playeras, incluidos los géneros más abundantes en este trabajo (*Charadrius*, *Limosa* y *Calidris*) pueden alimentarse de noche (McNeil y Rodríguez Silva 1996), optimizando así la búsqueda de alimento. En concordancia con esta observación y pese a que no forma parte de los objetivos de este trabajo, se observó una mayor actividad nocturna en el otoño, la cual fue aún más notoria en las lagunas. En síntesis, la alimentación nocturna de las aves playeras (y los cambios de estrategia alimenticia que implica) se puede explicar por un hábitat de alimentación limitado por las mareas (Robert y McNeil 1989), lo que concuerda con la menor área disponible en la costa en otoño.

Es probable que estos comportamientos también reflejen disponibilidades de alimento diferentes, por lo que se plantea la hipótesis de que, en las lagunas, el alimento es más abundante en otoño que en invierno. Por otra parte, los altos niveles de dispersión de los datos indican que la abundancia de las aves playeras no está determinada sólo por los niveles de marea. Algunos factores que influyen son la abundancia y disponibilidad de las presas, la abundancia de

depredadores, los niveles de perturbación humana y los vientos entre otros (Burger 1986, Colwell y Landrum 1993, Colwell y Dodd 1997).

Los patrones más claros de utilización alternativa se observaron durante el otoño para *C. mauri*, especie para la que ha sido detectado en la zona un notorio decremento en masa corporal entre el otoño y el invierno (Brabata 2001). En concordancia con lo observado, está documentado que a lo largo de su ruta migratoria, *C. mauri* suele utilizar ambientes alternos de alimentación durante las mareas altas. Así en la Bahía de San Francisco California, se observó que la especie se alimenta en la playa lodosa, cuando el nivel de marea es bajo y en un salitral adjunto durante las mareas altas (Warnock y Takekawa 1995). Durante el otoño, la época de mayor requerimiento energético de la especie (Butler *et al.* 1987), la mayor pendiente observada en Chametla se relaciona con un efecto inmediato del nivel de marea en la utilización del área. Al mismo tiempo, en las lagunas, se observó el reflejo de los cambios vistos en Chametla, por lo que su pendiente fue menor. En contraste, *L. fedoa* no evidenció relación en ninguno de los dos lugares. Nuevamente, es probable que sea un reflejo de la menor abundancia de esta especie, pues también está documentado el uso por esta especie de ambientes alternativos como pastizales (Shuford *et al.* 1998).

La falta de relación observada en las lagunas durante el invierno para *C. mauri* y *L. fedoa* inicialmente refleja el menor grado de utilización de este sitio, mientras que en Chametla las relaciones fueron significativas en esta época. Lo

anterior debe ser interpretado como que ambas especies dejan de alimentarse en la costa con niveles de marea altos, pero no utilizan las lagunas, en contraste a lo sucedido, al menos para *C. mauri* en otoño.

Las modificaciones antropogénicas en otras áreas de la Ensenada de la Paz se han reflejado en cambios en los patrones de utilización de algunas de las zonas (Carmona y Carmona 2000). A consecuencia de esto, es importante mantener un monitoreo continuo en las lagunas y Chametla que permita en su caso detectar variaciones en los patrones de uso.

CONCLUSIONES

- 1) Se identificaron tres grupos de aves playeras en cuanto a la utilización de los sitios, las marinas, las dulceacuícolas, las costeras (ambas especialistas) y las que utilizaron ambos sitios (generalistas).
- 2) Se notó un uso estacional diferente de los sitios, las lagunas fueron más utilizadas en otoño y Chametla en invierno.
- 3) El nivel de marea explicó los patrones de uso de las especies generalistas, lo que fue más notorio para *C. mauri* (la especie más numerosa).
- 4) El uso preferencial de las lagunas en otoño se relaciona con la mayor demanda energética de esta época.
- 5) Es probable que la abundancia de alimento disminuya en las lagunas entre otoño e invierno, haciéndolas menos atractivas para las aves.

Tabla V.1 Abundancia estacional promedio de aves playeras para dos ambientes acuáticos adyacentes en la región de Ensenada de La Paz, Baja California Sur, México. Posterior a la especie se indica su afinidad (C=costero, D=dulceacuícola y G=generalista).

Especie	LAGUNAS			CHAMETLA			Abundancia total
	Abundancia promedio		%	Abundancia promedio		%	
	Otoño	Invierno		Otoño	Invierno		
<i>Pluvialis squatarola</i> (C)	< 0.1	0	1.8	0.9	1.9	98.2	55
<i>Charadrius alexadrinus</i> (C)	0	0	0	0.3	0.2	100	11
<i>Charadrius wilsonia</i> (C)	0	0	0	4.0	20.1	100	438
<i>Charadrius semipalmatus</i> (C)	0.2	0.2	7.9	0.8	3.8	92.1	89
<i>Charadrius vociferus</i> (D)	3.3	2.2	100	0	0	0	117
<i>Haematopus palliatus</i> (C)	0	0	0	0.4	0	100	9
<i>Himantopus mexicanus</i> (D)	17.8	68.9	100	0	0	0	1600
<i>Recurvirostra americana</i> (G)	4.5	6.9	84.6	1.4	0.5	15.4	267
<i>Tringa melanoleuca</i> (D)	7.5	0.6	95	0.3	0.1	5	202
<i>Tringa flavipes</i> (G)	4.5	1.4	86.7	0.1	1.1	13.3	150
<i>Tringa semipalmata</i> (C)	0.5	0	2	5.1	27	98	594
<i>Actitis macularia</i> (G)	0.2	2.5	87	0.1	0.2	13	54
<i>Numenius phaeopus</i> (C)	0	0	0	4.5	17.3	100	402
<i>Numenius americanus</i> (C)	< 0.1	0	1	1.2	4.1	99	98
<i>Limosa fedoa</i> (G)	13.4	2.4	39.9	2.4	28.8	60.1	908
<i>Calidris alba</i> (C)	0	0	0	0	0.4	100	7
<i>Calidris mauri</i> (G)	192.8	3.2	42.1	11.2	363.4	57.9	11130
<i>Calidris minutilla</i> (G)	2	0	51.1	0.5	2	48.9	94
<i>Calidris alpina</i> (D)	1.1	< 0.1	100	0	0	0	27
<i>Limnodromus</i> spp. (D)	83.7	93.4	99.7	0.4	0.1	0.3	3605

Tabla V.2 Estimados de los parámetros de ajuste por estación del año y por sitio de la relación entre la abundancia de aves playeras y el nivel de marea en la Ensenada de La Paz, con base en la afinidad de las especies (**C**=costeras, **D**=dulceacuícolas y **G**=generalistas). Se muestra la ordenada al origen (a), la pendiente (b) y el coeficiente de correlación (r^2). * indica ajustes significativos ($p < 0.05$).

Estación del año						
Sitio	OTOÑO			INVIERNO		
	Afinidad			Afinidad		
	C	D	G	C	D	G
Lagunas		a = 112.869	a = 61.242		a = 48.789	a = 15.996
		b = 0.002	b = 0.479		b = 1.238	b = 0.051
		$r^2 < 0.001$	$r^2 = 0.204^*$		$r^2 = 0.679^*$	$r^2 = 0.005$
Chametla	a = 20.011		a = 21.304	a = 136.825		a = 719.396
	b = -0.063		b = -0.172	b = -0.768		b = -0.468
	$r^2 = 0.012$		$r^2 = 0.039$	$r^2 = 0.635^*$		$r^2 = 0.366^*$

Tabla V.3 Estimados de los parámetros de ajuste, por estación del año y por sitio, para las abundancias de las dos especies generalistas más numerosas y el nivel de marea en la Ensenada de La Paz. Se muestra la ordenada al origen (a), la pendiente (b) y el coeficiente de correlación (r^2). * indica ajustes significativos ($p < 0.05$).

Estación del año				
Sitio	OTOÑO		INVIERNO	
	<i>Calidris mauri</i>	<i>Limosa fedoa</i>	<i>Calidris mauri</i>	<i>Limosa fedoa</i>
Lagunas	a = 51.382	a = 7.750	a = 4.156	a = 1.880
	b = 0.502	b = 0.214	b = -0.437	b = 0.367
	$r^2 = 0.201^*$	$r^2 = 0.102$	$r^2 = 0.050$	$r^2 = 0.072$
Chametla	a = 97.224	a = 0.634	a = 648.640	a = 60.874
	b = -0.836	b = 0.491	b = -0.450	b = -0.713
	$r^2 = 0.486^*$	$r^2 = 0.049$	$r^2 = 0.333^*$	$r^2 = 0.461^*$

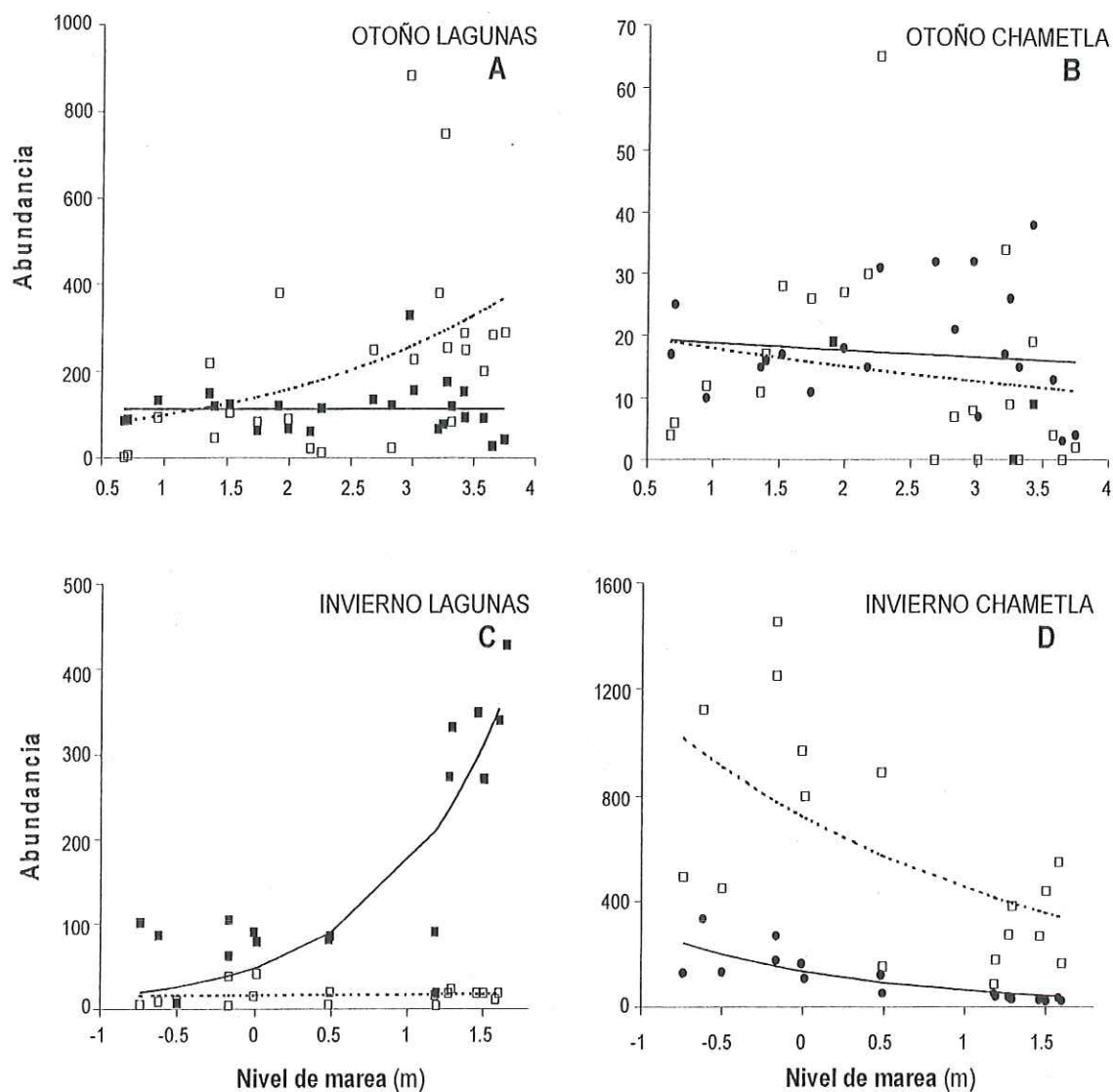


Figura 5.1 Abundancia total de aves playeras en los dos sitios por estación del año, en función al nivel de marea, el lugar y año. Donde ■ representan la abundancia observada de las aves especialistas (dulceacuícolas para las lagunas y costeras para Chametla); — es el modelo de dichas abundancias; □ son los datos de las abundancias de las aves generalistas (compartidas por los dos sitios) y --- representa el modelo para las aves compartidas.

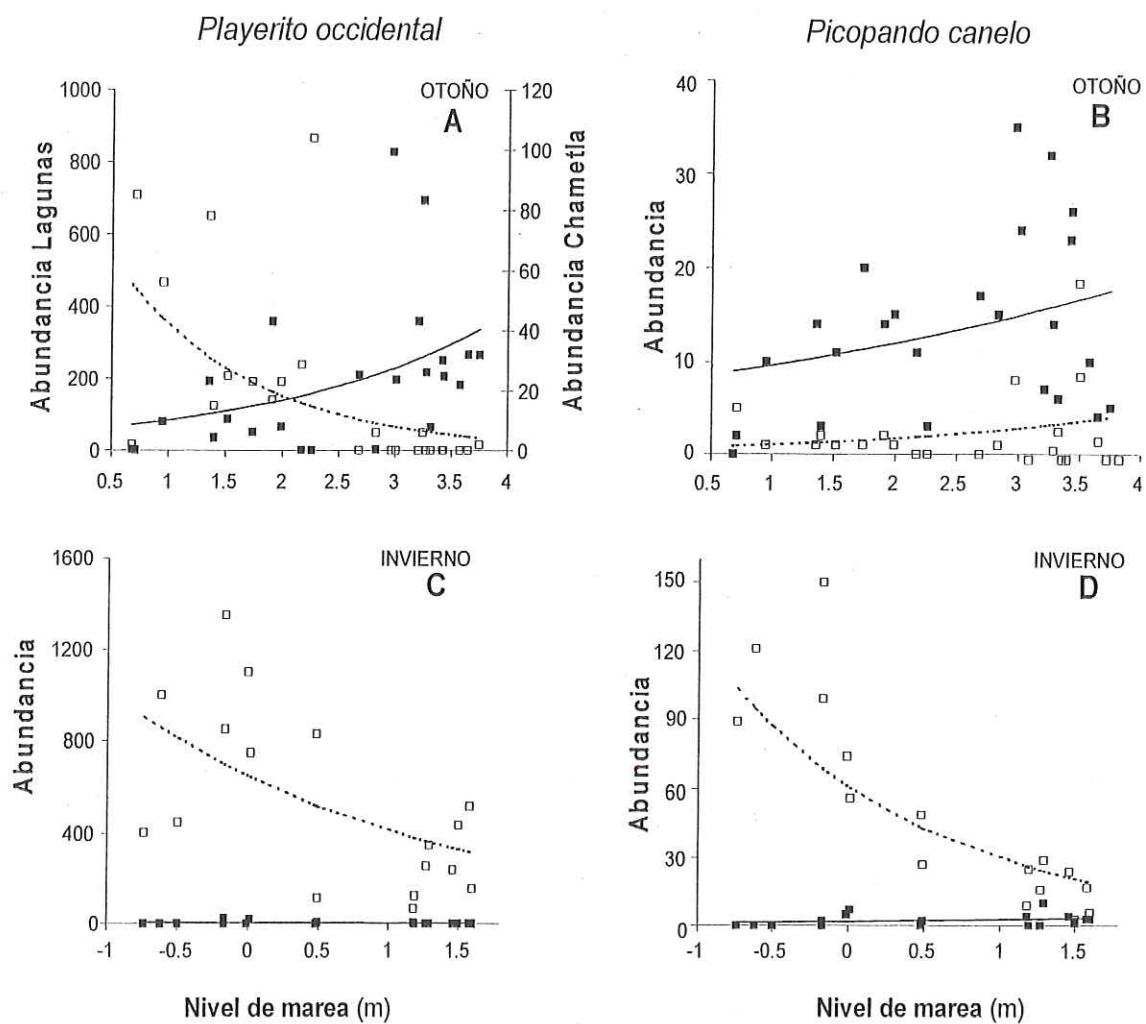


Figura 5.2 Abundancia de las especies generalistas por estación del año para los dos sitios, en función al nivel de marea, idem. Donde ■ y □ representan las abundancias observadas en las lagunas y Chametla, respectivamente; — y --- son los modelos generados por sitio, en el mismo orden.

CAPÍTULO 6

**NIVELES DE AGRESIÓN DEL PLAYERO OCCIDENTAL (*Calidris mauri*)
EN UN AMBIENTE DULCEACUÍCOLA DE LA PENÍNSULA DE BAJA
CALIFORNIA, MÉXICO**

Niveles de agresión del playero occidental (*Calidris mauri*) en un ambiente dulceacuícola de la península de Baja California, México

RESUMEN

Se determinó la relación existente entre la amplitud de marea y los niveles de agresión del playerito occidental (*Calidris mauri*), en un ambiente dulceacuícola artificial aledaño a la costa de la Ensenada de La Paz, Baja California Sur, México, con base en 10 visitas a la zona dulceacuícola entre el 6 y 30 de agosto de 2002. Treinta y cinco censos puntuales y 176 observaciones de la especie de interés fueron efectuados, contabilizando el número de agresiones por minuto y las especies involucradas; posteriormente estas observaciones se relacionaron con la amplitud de marea correspondiente. La mayoría de las agresiones fueron intraespecíficas (82%), mientras que las interespecíficas involucraron siempre agresiones de *C. mauri* a *C. minutilla*. Se registraron 0.93 agresiones por minuto. En niveles bajos de marea más del 60% de los registros no implicaron agresiones. A medida que subió la marea dicho porcentaje disminuyó, para alcanzar el 10% en el nivel más alto. Las agresiones interespecíficas sufrieron pocas modificaciones (más de 70% de las observaciones sin agresión). Lo anterior implica que el incremento en los números de *C. mauri* provocó una disminución en la distancia individual, lo que se reflejó en mayor competencia y agresión; sin embargo, aparentemente la competencia con *C. minutilla* fue mínima y no afectada por la densidad de individuos inducida por la amplitud de marea.

PALABRAS CLAVE: aves playeras, *Calidris mauri*, agresión, ambientes alternos, península de Baja California.

INTRODUCCIÓN

Las aves migratorias frecuentemente explotan recursos cíclicos en lugares que no soportan un uso continuo; esta estrategia las hace dependientes de una secuencia específica de sitios eslabonados a lo largo de su ruta migratoria (Erwin *et al.* 1986).

El crecimiento poblacional humano y sus actividades inherentes, han traído como consecuencia la degradación de hábitat esenciales en la ruta de las aves migratorias (Myers 1983). Aunque en algunas zonas, la generación de hábitats artificiales tales como embalses y otros cuerpos de agua dulce, parecen ser beneficiosos para las aves (Cisneros 1985, Smith *et al.* 1991, Schnack *et al.* 2000, Masero 2003). En este contexto, en las adyacencias de la Ciudad de La Paz, se localizan cinco lagunas de oxidación artificiales (en adelante lagunas), en los alrededores de las lagunas el agua dulce permite la existencia de pastizales, mismos que aumentan la diversidad de recursos disponibles para las aves (Castillo-Guerrero *et al.* 1999), como ha sido mencionado para otras zonas (Schnack *et al.* 2000). Dichos recursos probablemente sean complementarios a los utilizados en la playa cercana (Carmona *et al.* 2003b). La importancia de las aves migratorias, incluyendo playeros, ha sido señalada tanto para las lagunas, como para la zona costera aledaña (Fernández *et al.* 1998, Zamora-Orozco 2001, Carmona *et al.* 2003b).

En general, diferentes estudios han indicado la influencia de los factores ambientales como el nivel de marea en la selección del hábitat de las aves

playeras tanto en la costa como en lugares aledaños (Connors *et al.* 1981, Rottenborn 1996).

Recientemente fue demostrada la relación directa entre la frecuencia de utilización de las lagunas y el nivel de marea por parte de las aves playeras (Carmona *et al.* 2003b). Una de las especies en las que el mencionado efecto fue más notorio es el playero occidental (*Calidris mauri*). En el trabajo presente se relaciona el efecto de la densidad, ocasionada por los cambios de la marea, con los niveles de agresión intra e interespecífica de *Calidris mauri* en las lagunas de oxidación de la ciudad de La Paz, Baja California Sur, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para detectar diferencias en la abundancia de *Calidris mauri* en las lagunas de oxidación en función al nivel de la marea, entre el seis y el 30 de agosto de 2002 se realizaron 10 visitas. En cada una se llevaron a cabo un promedio de 3.5 censos puntuales espaciados por una hora.

En estas mismas visitas se realizaron observaciones en las que se seleccionaron al azar individuos de la especie de interés, contabilizando el número de agresiones por unidad de tiempo (minuto) y las especies involucradas. Se realizaron un total de 176 observaciones de este tipo que abarcaron 327 minutos. En ambos casos (censos y observaciones) se anotó la hora de registro para relacionarla con el nivel de marea. Para los conteos se

utilizaron binoculares (10 y 12x) y telescopios (15-60x), siguiendo el método de barrido (Page *et al.* 1979).

Los datos de los censos fueron agrupados en cinco niveles de marea (1 a 1.5, 1.5 a 2, 2 a 2.5, 2.5 a 3 y >3 pies). Las abundancias fueron comparadas mediante un análisis de variancia de una vía, considerando los niveles de marea como los tratamientos ($\alpha=0.05$ en todos los casos; Zar 1999). De ser rechazada la hipótesis de igualdad, se realizó un análisis *a posteriori* de diferencias verdaderamente significativas, corregido para muestras desiguales de Tukey (Zar 1999).

Las observaciones de agresividad tanto intraespecíficas (*C. mauri* sobre *C. mauri*) como interespecíficas (*C. mauri* sobre *C. minutilla*, *cf. infra*), fueron estandarizadas con base en el tiempo (número de agresiones por minuto), posteriormente se agruparon en los mismos niveles de marea que los censos. Dado que en la mayoría de los casos, las distribuciones encontradas estuvieron notoriamente sesgadas (en los niveles bajos de marea hacia pocas agresiones y viceversa), se decidió realizar pruebas *a priori* de normalidad (Kolmogorov Smirnov o bondad de ajuste X^2 , dependiendo del número de datos; Zar 1999).

De las diez pruebas *a priori* realizadas (cinco niveles de marea por dos tipos de agresividad intra e interespecífica), sólo en una los datos pudieron ser considerados normales. Por lo anterior, se utilizó estadística no paramétrica para sus comparaciones. Tanto para las agresiones intraespecíficas como para las interespecíficas, se probó si las frecuencias eran independientes de los

niveles de marea (prueba de independencia χ^2). Para lo cual los datos fueron agrupados en cinco intervalos de agresiones por minuto (0, <1, <2, <3 y >3 agresiones/minuto). Adicionalmente, se utilizó un análisis de correlación por rangos de Spearman (Zar 1999) para evidenciar la tendencia de los datos. En este último caso a cada dato de agresión le fue aparejado su nivel de marea particular (sin agrupar en intervalos).

RESULTADOS

Con base en los cinco niveles de marea aquí seleccionados (de menor a mayor), los censos realizados (35) se repartieron de la siguiente manera: tres, seis, 13, nueve y cuatro, respectivamente (Figura 6.1). El análisis de variancia indicó que al menos un nivel fue diferente en cuanto al número de aves presentes ($F_{4,30 \text{ g.l.}}=2.89$, $P=0.03$). El análisis *a posteriori* evidenció la formación de dos grupos, el primero formado por los tres niveles más bajos de marea y el segundo con los niveles más altos. Se observó una clara tendencia a incrementar la abundancia y la variación de los datos a medida que aumentó el nivel de marea (Figura 6.1).

Por nivel de marea se recopilaron 13, 41, 39, 74 y 9 observaciones de agresividad, respectivamente. La mayoría de las agresiones fueron intraespecíficas (82%), en cuanto a las interespecíficas éstas involucraron siempre agresiones de *Calidris mauri* a *C. minutilla* (18%). En general, se registraron 0.93 agresiones por minuto de observación, de las cuales 0.76 fueron intraespecíficas.

En cuanto a los registros intraespecíficos, en los dos primeros niveles de marea más del 60% no implicaron agresiones, a medida que subió la marea dicho porcentaje disminuyó, para alcanzar menos del 40% en el tercer y cuarto nivel y poco más del 10% para el último nivel (Figura 6.2A). A partir del segundo nivel, se observaron registros con más de dos agresiones por minuto. En los dos últimos niveles se registraron hasta más de tres agresiones por minuto (Figura 6.2A). En concordancia con lo anterior, se evidenció una dependencia entre el nivel de marea y el número de agresiones por minuto ($\chi^2_{16g.l.}=48.56$, $P<0.01$). Adicionalmente, se demostró la existencia de una relación directa entre el nivel de marea y el número de agresiones ($r^*=0.17$, $P=0.02$).

En cuanto a las agresiones interespecíficas, estas sufrieron pocas modificaciones en función del nivel de marea (Figura 6.2B). Salvo en el último nivel, en todos los casos se registraron más de 80% de observaciones sin agresión; además no aparecieron eventos con más de tres agresiones por minuto (Figura 6.2B). Se observó independencia entre la frecuencia de las agresiones y los niveles de marea ($\chi^2_{16g.l.}=5.23$, $P=0.14$). Acorde con lo anterior, no existió relación entre el nivel de marea y el número de agresiones ($r^*=0.05$, $P=0.44$).

DISCUSIÓN

Recientemente Carmona *et al.* (2003) demostró que la abundancia del playero occidental en otoño en las lagunas de oxidación exhibe una relación positiva con el nivel de marea en la playa adyacente. Esta relación fue también

comprobada en el trabajo presente. En los dos primeros niveles de marea la disponibilidad de área en la playa permitió la presencia de la mayor parte de las aves en dicha zona; el aumento gradual de la marea se reflejó en un paulatino incremento de la abundancia de *Calidris mauri* en las lagunas de oxidación; comportamientos semejantes se han observado en otras áreas alternas de alimentación, aledañas a zonas costeras (Rottenborn 1996). El otoño se caracteriza por sus elevados requerimientos energéticos para la migración y para el cambio del plumaje de vuelo que realizan los adultos (Lindström 1991, Butler *et al.* 1987), por lo que los sitios alternos de alimentación, no influenciados por los niveles de marea, cobran particular importancia (Carmona *et al.* 2003b, Masero 2003). En concordancia con lo anterior, para *Calidris mauri* se ha documentado una disminución en su frecuencia de agresión entre otoño e invierno (Becerril 1998) y una menor utilización de los ambientes alternos como las lagunas (Carmona *et al.* 2003b).

El incremento en la abundancia provoca una disminución en la distancia individual, lo que se refleja en mayores niveles de competencias y agresión (Recher y Recher 1969). El comportamiento mencionado fue observado en las lagunas durante la marea alta. Pues al considerar que la superficie de alimentación permaneció constante, el arribo de aves de la playa ocasionó un aumento en la densidad, lo que se reflejó en un notorio incremento en los niveles de agresión intraespecífica y ligeros aumentos en la agresión interespecífica, tal como ha sido mencionado entre especies del género *Calidris*

(Recher y Recher 1969) y entre el Vuelvepiedras Común *Arenaria interpres* y el Correlimos Oscuro *Calidris maritima* (Metcalf y Furness 1986).

La baja tasa de agresión interespecífica entre *Calidris mauri* y *Calidris minutilla* ha sido documentada por Recher y Recher (1969) y Becerril (1998), y aparentemente se relaciona con una segregación espacial, donde el primero prefiere sustratos más suaves (Becerril 1998). Es probable que en las lagunas, donde la dureza del sustrato es relativamente homogénea, la segregación se de por el tipo de presas, dadas las diferencias en longitudes del pico entre estas dos especies (Blake 1977).

CONCLUSIONES

- 1) En las lagunas de oxidación la abundancia y densidad de *C. mauri* presentó una relación positiva con el nivel de marea.
- 2) En las lagunas existe una tasa de agresión dependiente del nivel de marea, dada la disminución de la distancia interindividual, ocasionada por los movimientos antes mencionados.
- 3) Dicha tasa de agresión fue más notoria intraespecíficamente, como un reflejo de una aparente segregación alimenticia.

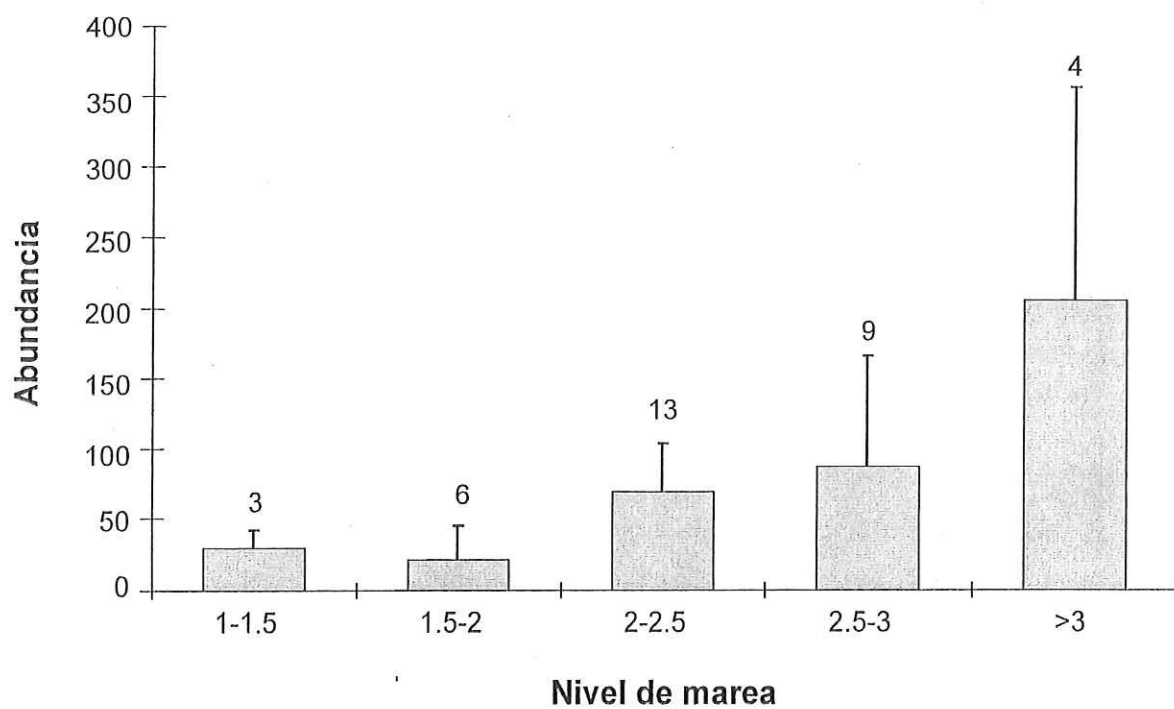


Figura 6.1 Abundancia de *Calidris mauri* en relación con el nivel de marea en las lagunas de oxidación adyacentes a la Ciudad de La Paz, B.C.S., México; se indica (línea vertical) un intervalo de confianza al 95%; el número sobre las barras es el tamaño de muestra (censos) en cada caso.

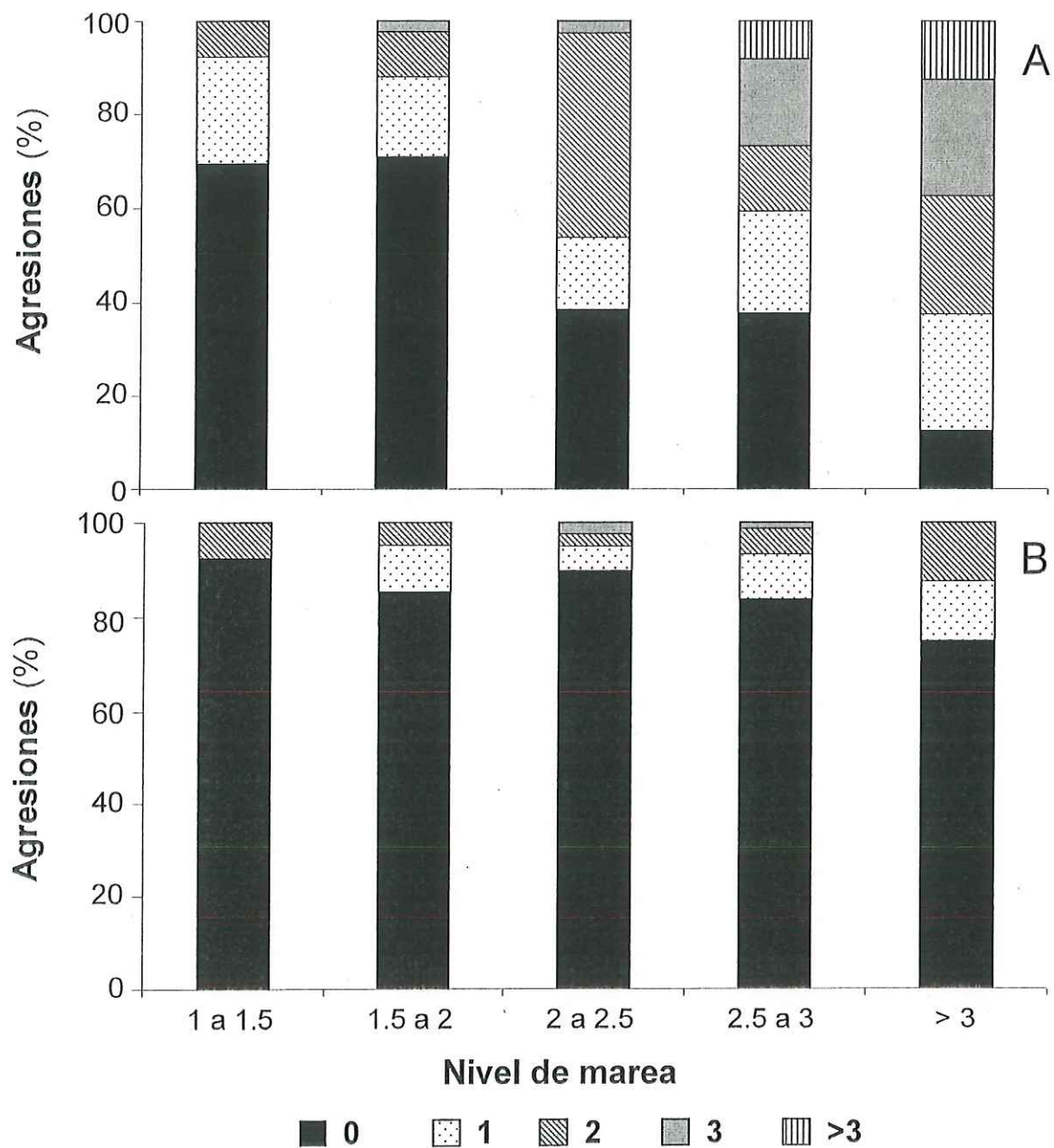


Figura 6.2 Frecuencia porcentual de agresiones en relación con el nivel de marea en las lagunas de oxidación adyacentes a la Ciudad de La Paz, B.C.S., México: (A) Intraespecíficas (*Calidris mauri* v.s *Calidris mauri*) y (B) Interespecíficas (*Calidris mauri* v.s *Calidris minutilla*).

CAPÍTULO 7

PROPORCION SEXUAL Y GRUPOS DE EDAD EN *Calidris mauri*
Y *C. minutilla* EN UN AMBIENTE NATURAL Y OTRO ARTIFICIAL, EN EL
EXTREMO SUR DE LA PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA

Proporción sexual y grupos de edad en *Calidris mauri* y *C. minutilla* en un ambiente natural y otro artificial, en el extremo sur de la península de Baja California

RESUMEN

Durante la temporada no reproductiva el Playerito Occidental (*Calidris mauri*) y el Playerito Menor (*Calidris minutilla*) son frecuentes en la península de Baja California. En la porción sur de esta península se localiza la Ensenada de La Paz, donde ambas especies conviven en playas lodosas y en las Lagunas de Oxidación del sistema de tratamiento de aguas residuales. Se evaluó el uso de estos humedales por *C. mauri* y *C. minutilla* a través de la estructura de la población por sexo y grupo de edad (temporada 2001-2002). Para *C. mauri* la proporción de sexos (4:1 en términos de los machos) fue acorde con el patrón de distribución latitudinal en invierno, mientras que la relación adulto:juvenil (1:1) fue diferente de lo esperado. Durante el invierno los adultos fueron más abundantes en la playa (80%) y los juveniles en las lagunas (80%), lo cual puede deberse a que los adultos excluyan de la playa a los juveniles o a que frecuenten menos las lagunas dado el mayor riesgo de depredación. Respecto a las proporciones por sexo de *C. minutilla*, de forma general éstas fueron muy semejantes (53% de machos). Sin embargo, los machos predominaron en otoño (61%) disminuyendo su proporción en invierno (44%), sin diferencias entre los sitios. Respecto al grupo de edad, de forma general predominaron los adultos (60%), acorde al patrón de distribución latitudinal propuesto. Sin embargo, los adultos fueron más abundantes en otoño (80%), con una notoria disminución en invierno (30%). Por lo que la ensenada es aparentemente un sitio de paso para los adultos y de internación para juveniles. Las diferencias observadas entre las dos especies responden a estrategias migratorias diferenciales, donde aparentemente el dimorfismo sexual (mayor en *C. mauri*) tiene un papel determinante.

PALABRAS CLAVE: *Calidris mauri*, *Calidris minutilla*, sexo, grupo de edad, migración, internación, península de Baja California.

INTRODUCCIÓN

Uno de los requerimientos imprescindibles en la biología de las aves migratorias es la de disponer de suficiente energía para llevar a cabo sus vuelos migratorios (Burger *et al.* 1977, Myers *et al.* 1987, Skagen y Knopf 1993); a lo largo de su ruta, las aves hacen uso de sitios de descanso y alimentación, en estos sitios el alimento debe ser abundante y predecible (Skagen y Knopf 1993). Las zonas utilizadas son variadas e incluyen pastizales, marismas costeras y aguas someras interiores (Schneider y Mallery 1982, Skagen y Knopf 1993, Iverson *et al.* 1996). Estos humedales son esenciales para la migración exitosa de las aves, misma que se reflejará en sus probabilidades de éxito reproductivo en el norte (Skagen y Knopf 1993, Farmer y Parent 1997).

Las estrategias migratorias de los playeros se consideran de las más complicadas y variadas dentro de las aves, creando patrones de distribución (Paulson 1993) que les permiten explotar recursos cíclicos en lugares que no soportarían un uso continuo, pero a su vez las hace dependientes de una secuencia de sitios establecidos a lo largo de su ruta (Burger *et al.* 1977, Myers *et al.* 1987). Recientemente, se ha indicado que la mayoría de las especies migratorias presentan diferencias espaciales o temporales por sexo o grupo de edad durante su temporada no reproductiva (migración diferencial; Cristol *et al.* 1999). Dentro de las aves playeras, el género *Calidris* destaca por el número de estudios a este respecto (e.g., Page *et al.* 1972, Butler y Kaiser 1995, Nebel *et al.* 2002, Nebel 2006). Lo anterior se relaciona que tres características del

mismo: (1) su abundancia que en algunas zonas llega a representar el 70% del total de aves playeras (Fernández 1993, Page y Palacios 1993, Page *et al.* 1997), (2) la relativa facilidad para ser capturadas con redes de niebla (Page *et al.* 1972, Fernández *et al.* 2003); y la fácil distinción de los sexos (Page y Fearis 1971, Butler y Kaisser 1995) y grupos de edad en el campo (Burton y McNeil 1976, Prater *et al.* 1977).

Dos de las especies más comunes y abundantes a lo largo del corredor migratorio del Pacífico, son *Calidris mauri* y *C. minutilla* (Paulson 1993). Particularmente, en la Ensenada de La Paz, al sureste de la Península de Baja California, estas dos especies representan el 65% del total de aves playeras que utilizan la zona (Carmona 1997). Para *C. mauri*, se ha indicado una segregación latitudinal por sexos, donde la mayor parte de los machos inverna en la porción norte de su intervalo geográfico de distribución (Page y Fearis 1971, Harrington y Haase 1994, Buenrostro *et al.* 1999); en cuanto al grupo de edad, aparentemente existe una distribución en "U", con la mayoría de los juveniles machos al norte y de los juveniles hembras al sur (Nebel *et al.* 2002). La segregación por sexos aparentemente se relaciona con la longitud del culmen (mayor en las hembras) y la consecuente profundidad a la que acceden para la captura de sus presas. La segregación por grupo de edad se relaciona con el mayor desgaste de las plumas de los juveniles, pues estos las utilizan en tres migraciones, mientras que los adultos sólo en dos (Nebel *et al.* 2002). Según el modelo planteado por Nebel *et al.* (2002), a una latitud equivalente a

la de Ensenada de La Paz (24°), se esperarían proporciones cercanas a: 0.72 machos y 0.84 adultos; al combinar las dos variables se esperarían valores cercanos a: 0.62 machos adultos, 0.10 machos juveniles, 0.22 hembras adultas y 0.06 hembras juveniles.

En cuanto a *C. minutilla*, recientemente (Nebel 2006) indicó un patrón clinal latitudinal en la proporción de sexos y el tamaño de las aves; asimismo señaló que la proporción de edades no varió con la latitud del sitio de invernación (datos de entre 10° sur y 40° norte), con una media de cercana a 0.68 adultos. Respecto al sexo, para una latitud de 24° como la Ensenada de La Paz, se esperaría una proporción de 0.40 machos. La razón básica que propuso Nebel (2006) para esta segregación es la profundidad a la que se entierran las presas, lo cual se asocia con el tamaño del pico (mayor en hembras).

Por otra parte, diferentes estudios han comprobado que ambientes modificados, como salinas, campos de cultivo, estanques de acuicultura y lagunas de oxidación, entre otros; son utilizados como sitios de alimentación alternos durante períodos de alta demanda energética o de disponibilidad de alimento baja por las aves playeras (Burger 1984, Davidson y Evans 1986, Masero 2003). Adicionalmente, se ha demostrado que las aves playeras hacen uso de estos sitios alternos de manera diferencial en función del nivel de marea (Burger *et al.* 1977, Connors *et al.* 1981, Hotker 2000). Así, en mareas altas las aves se alimentan preferentemente en las zonas artificiales y en mareas bajas lo hacen en las naturales (Rottenborn 1996, Carmona *et al.* 2003b). Lo anterior sugiere

que para una misma especie se podrían manifestar diferentes patrones de uso en función del sexo o grupo de edad.

La importancia de la zona costera de la Ensenada de La Paz para las aves playeras ha sido indicada en diferentes estudios (e.g., Fernández 1993, Carmona 1995); adicionalmente, adyacentes a la playa se localizan cinco lagunas de oxidación que son utilizadas intensamente por diferentes especies de aves playeras (Zamora-Orozco 2001). Por último ha sido demostrado que existen constantes movimientos entre las lagunas y la zona de playa, básicamente relacionados con el nivel de marea en esta última (Carmona *et al.* 2003b). La existencia de los movimientos sugiere que éstos son propiciados por una segregación inducida por el dominio de machos o adultos, dado su mayor status social (Durell 2000).

En este trabajo se analizó la proporción por sexo y grupo de edad de *Calidris mauri* y *C. minutilla* durante una temporada migratoria e invernal (agosto 2001 a marzo 2002) en la Ensenada de La Paz, Baja California Sur, considerando dos escalas espaciales: (1) en un contexto regional, y (2) localmente, comparado las variables entre el sitio artificial y el natural.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se fundamentó en capturas realizadas en la Playa de Chametla-Centenario y las Lagunas de Oxidación de la Ciudad de La Paz. Se realizaron visitas a las zonas de captura entre el 2 de agosto de 2001 y el 28 de marzo de

2002. Se completaron 31 visitas a la zona de playa y 35 al ambiente dulceacuícola. La frecuencia de las visitas dependió del éxito de las capturas. Para la captura de las aves se utilizaron redes de niebla de 12 m de largo por 2.6 m de caída, con una luz de malla de 36 mm. En la playa, las redes se colocaron paralelamente a la línea de costa, durante ciclos de mareas vivas y altas, un par de horas antes del amanecer (invierno) o del atardecer (otoño). En las lagunas de oxidación, donde no opera el régimen de mareas, las redes se colocaron entre los bordos que las separan y en los terrenos adyacentes, también al amanecer y al atardecer. Las aves capturadas se trasladaron a un sitio de trabajo alejado de las redes.

Las aves capturadas fueron colocadas en cajas de plástico. A cada espécimen le fueron medidos el culmen y el tarso con un vernier (precisión 0.1 mm), y la cuerda y longitud alar con una regla (precisión 1 mm). El peso de cada espécimen fue registrado con el uso de un dinamómetro (precisión 0.5 g).

Para ambas especies, el sexo se determinó considerando la longitud del culmen. La determinación del sexo en *Calidris mauri* se basó en Page y Fearis (1971), quienes mencionan que organismos con cúlmenes menores o iguales a 24.2 mm deben ser considerados como machos, mientras que aquéllos mayores o iguales a 24.8 mm como hembras, y como indeterminados los organismos de tallas intermedias. Para *C. minutilla* se consideró el criterio de Butler y Kaiser (1995), asignando como machos a las aves con longitudes menores a 17.5 mm y como hembras a las de longitudes mayores a 18.7 mm,

nuevamente los organismos de tallas intermedias se consideraron indeterminados.

Respecto al grupo de edad (adulto o juvenil), en ambos casos, éste se asignó con base en la coloración del plumaje, particularmente los bordes de las plumas terciarias y escapulares, presencia de muda y desgaste de las plumas primarias (Page *et al.* 1972, Burton y McNeil 1976, Prater *et al.* 1977).

La mayoría de las aves se etiquetaron con anillos de colores tipo Darvic (azul, verde, blanco, rojo y amarillo) y un anillo bicolor rojo-amarillo. Sólo las aves con sexo determinado fueron individualizadas con combinaciones de tres a cuatro anillos (además del bicolor), colocados en la parte superior (tibia-tarso) e inferior (tarso-metatarso) de las patas.

Dado que el sexo y edad son variables discretas, éstas fueron analizadas por separado (sexo: éxito=macho, fracaso=hembra; edad: éxito=adulto, fracaso=juvenil), para así poder utilizar estadística paramétrica (Cochran 1980). Se analizaron los probables efectos por sitio y por mes de captura.

Inicialmente los cuatro grupos de datos, dos variables (sexo y edad) y dos especies (*Calidris mauri* y *Calidris minutilla*), fueron examinados mediante análisis de varianza de dos vías (el mes y la localidad), lo que ocasionó que sólo pudieran ser incluidos en los análisis los meses en lo que ambas zonas estuvieran representadas (Zar 1999, $\alpha=0.05$ en todos los casos). Por lo que complementariamente, se realizaron análisis de varianza de una vía, para todos

los meses representados en cada localidad, es decir, se llevaron a cabo ocho pruebas de este tipo (dos variables, dos localidades y dos especies; Zar 1999).

En todos los casos en lo que se rechazaron hipótesis nulas, las diferencias verdaderamente significativas fueron determinadas mediante la prueba *a posteriori* de Tukey (Zar, 1999).

Por último, es necesario considerar que en los análisis por sexo, fueron excluidos los organismos indeterminados, pero éstos sí fueron tomados en cuenta en los análisis de edad. Las anteriores restricciones ocasionaron que los tamaños de muestra no fueran homogéneos.

RESULTADOS

Resultados generales

Se capturaron 1,145 individuos de *Calidris mauri*, la mayoría obtenidos entre agosto y diciembre (91%). Al 97% de las aves se les pudo determinar el sexo; los machos predominaron notoriamente (69%), guardando una relación de 4:1 con las hembras (28%; Tabla VII.1). Por grupo de edad, se observaron prácticamente las mismas proporciones de adultos que de juveniles (47 y 53%, respectivamente; Tabla VII.1).

Respecto a *Calidris minutilla*, fueron capturadas 387 aves, la temporalidad de las capturas fue semejante a *Calidris mauri*, realizando el 86% entre agosto y diciembre. A diferencia de la primera especie, sólo fue posible determinar el sexo al 76% de las aves; los machos predominaron (46%) sobre las hembras

(30%), aunque la relación fue menor, comparada con la especie anterior (1.5:1; Tabla VII.2). En lo referente al grupo de edad, se observó un notorio predominio de los adultos (68%), guardando una relación de 2:1 con respecto a los juveniles (32%; Tabla VII.2).

Sexo de *Calidris mauri*

Respecto al sexo de *C. mauri*, en el análisis de varianza de dos vías sólo se pudieron comparar cinco meses (agosto a diciembre). Septiembre presentó la menor proporción de machos (0.65), los meses restantes se mantuvieron homogéneos con valores entre 0.72 y 0.76, y las diferencias observadas no fueron significativas ($F_{4,999}=0.85$, $P=0.49$). Por localidad, se observó una mayor proporción de machos en la playa (Figura 7.1), las diferencias en este caso fueron significativas ($F_{1,999}=12.06$, $P<0.01$). En cuanto a las interacciones, la playa mantuvo una mayor proporción de machos a lo largo de todos los meses, sin embargo, las diferencias observadas no fueron significativas ($F_{4,999}=1.30$, $P=0.26$).

La proporción de machos en la playa a través de ocho meses (agosto a marzo) fue homogénea, sus valores extremos fueron 0.73 (noviembre) y 0.83 (diciembre). El análisis de varianza de una vía indicó que no existieron diferencias significativas ($F_{7,476}=0.35$, $P=0.93$). Respecto a las lagunas, las diferencias entre los cinco meses comparados (agosto-diciembre) fueron más marcadas, aparentemente conforme transcurrió el tiempo, la proporción de machos tendió a disminuir (de 0.72 para octubre y noviembre a 0.58 en

diciembre; Figura 7.2), infortunadamente la falta de datos en los últimos meses impidió comprobar esta tendencia; de cualquier manera, el análisis indicó que las diferencias no fueron significativas, aunque el nivel de probabilidad fue muy bajo ($F_{4,621}=2.07$, $P=0.08$).

Edad de *Calidris mauri*

En lo concerniente a la edad de *C. mauri*, el análisis de varianza dos vías pudo ser realizado para los mismos cinco meses. Respecto a los meses se observó un alto predominio de adultos en agosto (0.95), para posteriormente disminuir de forma drástica y mantenerse constante en el resto del estudio (entre 0.36 y 0.46); las diferencias ahí observadas pudieron considerarse significativas ($F_{4,1032}=53.3$, $P=0.01$; Figura 7.3A). Por localidad, se notó una mayor proporción de adultos en la playa (0.62), guardando una relación de 1:1.6 respecto a las lagunas (con 0.38), esta diferencia fue significativa ($F_{4,1032}=80.8$, $P<0.01$; Figura 7.3B). En lo tocante a las interacciones, los dos primeros meses mostraron tendencias muy similares, en agosto en ambas zonas predominaron las aves adultas, en septiembre se observó una clara disminución en la proporción de adultos, para situarse en ambas zonas alrededor del 35%. Sin embargo, en los tres meses restantes el comportamiento fue opuesto, pues en la playa fue en constante aumento, para alcanzar el 75% en diciembre, mientras que en las lagunas la proporción de adultos fue disminuyendo hasta apenas alcanzar el 5% en el último mes; las diferencias fueron significativas ($F_{4,1032}=17.3$, $P<0.01$; Figura 7.3C).

La playa a lo largo de los meses mostró diferencias marcadas en la proporción de adultos (desde 0.16 hasta 1.00, Figura 7.4A); llama la atención que en los tres meses adicionales, con respecto al apartado anterior (enero a marzo), la tendencia cambió, pues la proporción de adultos disminuyó y presentó notorias fluctuaciones (Figura 7.4A); las diferencias observadas fueron estadísticamente significativas ($F_{7,489}=17.8$, $P<0.01$). La prueba *a posteriori* identificó tres grupos homogéneos, el de los meses intermedios, con fluctuaciones entre 0.50 y 0.75 (octubre a enero), agosto con la mayor proporción y los meses restantes con las proporciones más bajas (Figura 7.4A). En las lagunas con los cinco meses incluidos en el análisis de dos vías, se observó la disminución constante ya descrita (Figura 7.4B), las diferencias fueron significativas ($F_{4,643}=44.7$, $P<0.01$); la prueba *a posteriori* indicó que agosto y diciembre fueron altos y significativamente diferentes a los meses intermedios (Figura 7.4B).

Sexo de *Calidris minutilla*

Al respecto de *C. minutilla*, las tendencias descritas se mantuvieron, es decir la mayor parte de las diferencias se encontraron por edad con muy pocos efectos significativos por sexo. Para el análisis de varianza de dos vías se consideraron cinco meses (septiembre a enero), pues pese a que en agosto se registraron capturas en las lagunas, no se contó con contraparte en la playa, mientras que para febrero y marzo no existieron capturas en las lagunas. Los tamaños de muestra fueron notoriamente menores a los obtenidos para *C. mauri*.

En el análisis de varianza de dos vías para los sexos, se observó que la proporción mensual de machos fluctuó entre 0.32 (enero) y 0.75 (octubre); pese a lo anterior, el análisis no detectó diferencias significativas ($F_{4,219}=1.81$, $P=0.13$). En cuanto a la localidad, los valores encontrados fueron estadísticamente iguales (0.54 y 0.59, para playa y lagunas, respectivamente; $F_{1,219}=0.51$, $P=0.49$). Pese a que en las interacciones existieron valores con notorias diferencias (0.20 para playa-enero y 0.80 playa-diciembre), probablemente como un reflejo de los bajos tamaños de muestra, el análisis fue incapaz de encontrar diferencias significativas ($F_{4,219}=0.72$, $P=0.58$).

Al incluir en el análisis de varianza de una vía de la playa a febrero y marzo, la falta de diferencias significativas continuó ($F_{6,82}=0.76$, $P=0.60$). En adición, al incorporar agosto al análisis de las lagunas, se observó una tendencia a disminuir la proporción de machos conforme transcurrió el tiempo (Figura 7.5). A pesar del hecho de que el análisis indicó igualdad, su nivel de significancia fue muy bajo ($F_{5,200}=2.22$, $P=0.053$), siendo agosto y octubre los meses que tuvieron una mayor diferencia con respecto a enero.

Edad de *Calidris minutilla*

En cuanto a la edad de *C. minutilla*, en el análisis de varianza dos vía se pudieron considerar los mismos meses que en el de sexos (septiembre a enero). Hubo un notorio efecto por mes de captura, con las mayores proporciones de adultos en los primeros meses (Figura 7.6A), en septiembre prácticamente todas las aves capturadas fueron adultos; la prueba estadística

indicó diferencias significativas ($F_{4,290}=19.65$, $P<0.01$). La prueba *a posteriori* indicó que enero puede ser considerado diferente de septiembre y octubre (Figura 7.6A). Por localidad, hubo 15% más adultos en la playa (Figura 7.6B), las diferencias fueron significativas ($F_{1,290}=7.09$, $P<0.01$). Respecto a las interacciones, pese a que siempre hubo una proporción mayor de adultos en la playa, sólo en diciembre la diferencia fue significativa; es decir la clara disminución de la proporción de adultos sucedió entre noviembre y diciembre en las lagunas y entre diciembre y enero en la playa (Figura 7.6C). El análisis demostró diferencias significativas ($F_{4,290}=4.39$, $P<0.01$). La prueba *a posteriori* denotó la formación de tres grupos, el primero con proporciones entre 0.90 y 1.00, el segundo con valores de alrededor de 0.70 y un último grupo con proporciones entre 0.08 y 0.26 (Figura 7.6C).

En la playa, al incluir en el análisis de varianza de una vía a febrero y marzo, la disminución en la proporción de adultos fue más notoria, incluso en febrero, aunque con bajo tamaño de muestra, se capturaron sólo juveniles; en los tres últimos meses la proporción se mantuvo por debajo del 20% (Figura 7.7A). Las diferencias continuaron siendo significativas ($F_{6,112}=14.71$, $P<0.01$). La prueba *a posteriori* evidenció la formación clara de dos grupos, el primero con los tres últimos meses, en el segundo se incluyeron de septiembre a diciembre (Figura 7.7A). Por último, al añadir los 58 datos de agosto al análisis de las lagunas, se remarcó la homogeneidad entre los cuatro primeros meses (agosto a noviembre) y una clara disminución en diciembre y enero; las diferencias

continuaron siendo significativas ($F_{5,258}=41.93$, $P<0.01$). La prueba *a posteriori* remarcó la tendencia antes descrita, formando un grupo de bajos valores (diciembre y enero), uno con valores intermedios (octubre y noviembre) y uno más con las mayores proporciones (agosto y septiembre; Figura 7.7B).

DISCUSIÓN

Las capturas realizadas para las dos especies de aves playeras en cuestión son un reflejo de sus abundancias en el área de estudio, pues *C. mauri* concurre a razón de 8 a 1 con respecto a *C. minutilla* (Carmona 1997). La menor proporción lograda en las capturas (3 a 1), se logró colocando redes en ambientes preferentemente utilizados por *C. minutilla*, como una granja camaronera abandonada, donde es común verlo alimentándose en una proporción mayor a *C. mauri*, probablemente favorecido por la mayor dureza del sustrato (Becerril 1998).

Durante la migración al sur, los adultos de ambas especies abandonan las áreas reproductivas un mes antes que los juveniles (Cooper 1994, Wilson 1994). De ellos, son las hembras el primer grupo en salir, al menos una semana antes que los machos (Holmes 1972, Butler y Kaiser 1995, Nebel 2006). Por otra parte, en la migración al norte, debido a que los machos establecen territorios para anidar, arriban primero que las hembras a las zonas de reproducción (Holmes 1972, Page 1974, Butler y Kaiser 1995). De lo anterior se deriva que, conforme avanzan las temporadas de migración en las diferentes zonas de paso e invernación, las clases de sexo y edad pueden ser detectadas

de acuerdo a las cronologías de salida y de llegada a las zonas de reproducción, en las migraciones hacia el sur y norte, respectivamente.

Sexo de *Calidris mauri*

Similar a lo reportado por Brabata (2001) durante la migración al sur, el paso de las hembras no fue evidente en el área de estudio. Es probable que el pico de abundancia de hembras se presente en julio, de acuerdo a la cronología migratoria que ha sido observada en la Columbia Británica y California (Page *et al.* 1972, Butler *et al.* 1987), o las hembras pueden utilizar otra ruta de migración. Además los adultos predominaron al inicio del otoño (Page *et al.* 1972, Butler *et al.* 1987) y disminuyeron conforme avanzó esta temporada. Este patrón fue notorio en ambos humedales, independientemente del sexo de los individuos.

Al considerar las proporciones de sexos durante la primavera, se observó que éstas no difirieron de las observadas en invierno (excepto en febrero, cuando la proporción de adultos fue menor al 20%). Esto puede indicar que el arribo de aves a la península de Baja California, en la migración al norte, es poco o nulo (Carmona *et al.* 2004). Aunque también existe la posibilidad de que exista una llegada de juveniles que no invernaron en el área; o una salida anticipada de adultos hacia las zonas de reproducción; el incremento en el número de individuos visto recurrentemente en invierno en la zona apoya la primera idea (ver Capítulos 2 y 9).

De esta forma, pareciera probable que los machos adultos abandonen primero el área de estudio, en función de que en el Estero de Punta Banda los individuos más viejos tienden a salir antes (Fernández *et al.* 2001) y son éstos los primeros en detectarse en latitudes norteñas (Senner *et al.* 1981, Butler *et al.* 1987) y en llegar a las zonas de reproducción (Holmes 1972). No obstante, la información al respecto de las fechas de salida de los individuos invernantes en la Ensenada de La Paz, no apoya esta idea (Ver Capítulo 9). Lo que sugiere que la separación por sexo en primavera se da en latitudes más altas.

De forma similar al otoño, la proporción de machos en el invierno fue mayor que la de hembras. Esta situación se relaciona con el patrón de segregación latitudinal que ocurre en esta especie, donde los machos son más abundantes en la parte norte de la distribución invernal (Page *et al.* 1972, Buenrostro 1996, Brabata 2001), mientras que las hembras lo son al sur (Page *et al.* 1972, Harrington y Haase 1994, Naranjo *et al.* 1994). Myers (1981) planteó tres hipótesis para explicar por qué los machos y hembras de una misma población exhiben diferencias en su distribución invernal: 1) la competencia por recursos obliga al sexo subordinado (las hembras) a invernar más al sur; 2) los individuos de un sexo, generalmente los machos, obtienen ventaja al invernar al norte de la distribución porque la selección sexual favorece a los que llegan primero a las áreas de reproducción y 3) las diferencias fisiológicas relacionadas al tamaño corporal, permiten al sexo que tiene la talla más grande (las hembras) tolerar climas severos. *C. mauri* parece comportarse de acuerdo con la segunda

hipótesis, aunque Nebel *et al.* (2002) argumentan que el invernarse más al norte no constituye un factor importante, si se considera que algunos individuos podrían iniciar la migración al norte mucho antes que otros que invernaron en latitudes más altas. Otra alternativa es que la segregación latitudinal esté relacionada con las diferencias en el tamaño del culmen entre machos y hembras, lo cual permite que éstas puedan explotar recursos a mayores profundidades (ya que las temperaturas ambientales se incrementan más cerca del ecuador y pueden afectar la distribución vertical de las presas en el sedimento) y reducir la competencia, sin embargo lo anterior no ha sido probado (Nebel *et al.* 2002).

Edad de *Calidris mauri*

Por otra parte, en cuanto a las clases de edad, la relación adulto: juvenil durante el invierno se mantuvo alrededor de 1:1. Dicha relación no es la esperada para la latitud en la que se encuentra la Ensenada de La Paz. Según el patrón encontrado por Nebel *et al.* (2002) durante la temporada invernal, en sitios relativamente cercanos (v. gr. Columbia Británica) y lejanos (v. gr. Ecuador) de las áreas de reproducción, las proporciones de juveniles debieran ser más altas que las que concurren en sitios a distancias intermedias (como la Ensenada de la Paz y Bahía Santa María, Sinaloa).

La Ensenada de La Paz y Bahía Santa María se encuentran a la misma latitud, sin embargo, la relación adulto:juvenil en Bahía Santa María es aproximadamente de 4:1 a favor de los adultos (Nebel *et al.* 2002). En el Estero

de Punta Banda, la proporción de edades fue similar (Nebel *et al.* 2002) a la registrada en este trabajo. Fernández *et al.* (2003) sugirieron que el Estero de Punta Banda podría estar por debajo de la calidad promedio como sitio de invernación para los machos adultos de *C. mauri*, ya que sus tasas de supervivencia aparente son menores a las de otros sitios, además de que son propensos a cambiar sus patrones de residencia de invernante a transeúnte (Fernández *et al.* 2001). De acuerdo a esto, la diferencia en la proporción de edades entre la Ensenada de La Paz y Bahía Santa María, podrían estar relacionadas a la calidad de los hábitat y/o a los requerimientos de cada clase de edad, independientemente de la latitud a la que se encuentre el sitio. Existen dos posibles mecanismos que lograrían esta diferencia (Santa María vs La Paz), uno es la separación, por edades, en la región norteña peninsular y otro es una partida diferencial de los grupos que arriban a las áreas en la migración de otoño; esto es, que en Sinaloa una proporción mayor de juveniles parta hacia el sur en comparación con lo que sucede en La Paz.

En general, los adultos fueron hasta 80% más abundantes en la Playa que en las Lagunas de Oxidación. Se han reportado distintos factores o mecanismos que determinan en gran medida que las distintas clases de edad seleccionen un hábitat en particular. La agresión intraespecífica entre adultos y juveniles ha sido considerada como uno de los factores que causan diferencias en el uso del hábitat. Por ejemplo, durante el invierno, los juveniles de varias especies de playeros (*Haematopus ostralegus*, *Arenaria interpres* y *Calidris alpina*),

experimentan más interferencias y agresiones mientras se alimentan y son forzados por los adultos a ocupar hábitat de menor calidad (Groves 1978, Goss-Custard y Durell 1987, Warnock 1994). En *C. mauri* las conductas agonísticas ocurren a menudo (Davis y Smith 1998, Carmona *et al.* 2005) y los individuos pueden llegar a defender agresivamente sus sitios de alimentación durante varios días (Recher y Recher 1969); particularmente, los machos adultos tienden a ser más agresivos (Becerril 1998). En la Bahía de San Francisco y en el Estero de Punta Banda, se ha determinado que los adultos se distribuyen preferentemente en áreas donde el alimento es más abundante (Warnock y Takekawa 1995, Buenrostro 1996). En concordancia con lo anterior, al considerar que las planicies lodosas como las que presenta la Playa son el hábitat primario de alimentación para *Calidris mauri* (Ashmole 1970, Wilson 1994), entonces es probable que una fracción de los juveniles haya sido relegada a las Lagunas de Oxidación.

Otro factor importante es la experiencia de los individuos para evitar áreas en las que la probabilidad de ser depredados sea mayor; sin embargo, estas áreas a menudo también proveen las tasas más altas de alimentación (Lima y Dill 1990). Generalmente, los adultos tienden a minimizar el riesgo de depredación más que a maximizar sus tasas de alimentación (Cresswell 1994), por lo que evitan áreas con riesgos de depredación elevados (Cresswell y Whitfield 1994, Warnock *et al.* 1997). El riesgo de un hábitat, además de la abundancia de depredadores potenciales, ha sido atribuido a rasgos fisiográficos como la

presencia de árboles o arbustos que reducen la visibilidad de los playeros y que permiten a los depredadores atacar de manera sorpresiva (Cresswell 1996). En este sentido, la menor proporción de adultos en las Lagunas de Oxidación puede relacionarse a un mayor riesgo, ya que están bordeadas por árboles y arbustos en las pequeñas áreas lodosas donde se alimentan las aves. Además, la presencia y ataques de halcones que cazan por sorpresa como *Falco peregrinus* y *F. columbarius* (Cresswell 1996) fue más frecuente en las Lagunas de Oxidación, en contraste, la Playa es un sitio abierto, sólo en algunas zonas se presenta vegetación de manglar y la presencia de depredadores y la frecuencia de sus ataques sobre aves playeras no son tan frecuentes como en las lagunas (Morales-Gopar y Carmona 2006).

Por otra parte, la adquisición de experiencia (maduración) de los juveniles puede influir en el cambio de algunas conductas (Marchetti y Price 1989 en: Warnock 1994). Se ha observado en *Haematopus ostralegus* que las habilidades de alimentación en los juveniles (relativas a las de adultos) mejoran de otoño a invierno (Goss-Custard y Durell 1987); adicionalmente en *C. alpina* se ha registrado que su posición en las parvadas cambia conforme se incrementa la edad, de la periferia (más vulnerables a depredación) al interior de la misma (menos vulnerables) (Kus 1985 en: Warnock 1994). Si este proceso de aprendizaje ocurre en *C. mauri*, sería una razón más que explique el abandono de las Lagunas de Oxidación a mediados del invierno. Es decir, esto supone que los juveniles desarrollaron las habilidades necesarias para

alimentarse y competir en la Playa, y/o para evitar el humedal que tiene el mayor riesgo de depredación (Lagunas de Oxidación).

Sexo de *Calidris minutilla*

De igual manera que varias especies de aves playeras para *C. minutilla*, los machos son considerados el sexo dominante (Cooper 1994, Butler y Kaiser 1995). Se ha demostrado que los machos permanecen en las zonas norteñas de su intervalo de invernación (Cooper 1994, Butler y Kaiser 1995). Particularmente para *C. minutilla*, Nebel (2006) indica que existe una disminución clinal en la proporción de machos de norte a sur en invierno, con valores que van de 55% en zonas norteñas como California (37°N), hasta 8% en Ecuador (2.3°S). En invierno en la Ensenada de La Paz (24°N), considerada aún un área norteña, se presentó una proporción general cercana a 0.53 a favor de los machos (considerando lagunas y playa). Las hipótesis de Myers (1981) mencionadas anteriormente podrían explicar también la segregación de *C. minutilla*. Por su parte, Nebel y Ydenberg (2005) propusieron recientemente que al ser las hembras más grandes cuentan con una menor posibilidad de escape ante un depredador, por lo que utilizarían latitudes donde éstos riesgos sean menores y presumen los autores que éstas son las sureñas.

Para una latitud como la de la Ensenada de La Paz, Nebel (2006) predice una proporción cercana a 40% de machos durante el invierno (noviembre a febrero según este autor). Para comparar con el trabajo presente, se pueden seleccionar los datos para este período provenientes de los dos sitios de

captura (lagunas y playa; $n=138$) o sólo los de la playa ($n=54$), en cualquier caso los resultados fueron similares (0.53 y 0.52, respectivamente). Las diferencias observadas con respecto a Nebel (2006), pueden relacionarse con la posibilidad de que entre los 23° y los 28° N, existan dos comportamientos, uno para las costas continentales, que sería el que trata de modelar Nebel (2006) y otro para las costas peninsulares. Este planteamiento se refuerza ya que para Punta Banda (al norte de la península; 28°N), el patrón propuesto por Nebel (2006) tampoco se cumple (Becerril 1998), en adición, se ha indicado que existe la posibilidad de que la península no siga el comportamiento general de las costas continentales (Carmona *et al.* 2004).

Otra posibilidad es que dicho patrón, de existir, sea menos notorio que para *C. mauri*; como un probable reflejo de su menor dimorfismo sexual en tallas (Blake 1977). De hecho, se indica que entre California y Ecuador, la proporción de machos para *C. mauri* fluctúa entre 0.83 y 0.10, respectivamente (Harrington y Hasse 1994), en contraste, para las mismas latitudes se han indicado proporciones de 0.55 y 0.10, para *C. minutilla* (Nebel 2006).

Por su parte, los análisis mensuales mostraron que los machos utilizaron preferentemente la ensenada durante el otoño (0.61) comparándolo con el invierno (0.44); es decir, la ensenada aparentemente es un sitio de paso más importante para los machos y un sitio de invernación más importante para las hembras. En Columbia Británica, Butler y Kaiser (1995) encontraron un incremento en la proporción de machos entre el otoño temprano (0.20) y el

tardío (0.45), lo que hace suponer que el incremento de las hembras observado en la Ensenada de La Paz entre otoño e invierno tenga dos explicaciones, (1) la llegada de hembras provenientes del norte y (2) una salida preferencial de machos de la zona. Independientemente de su origen, la diferencia significativa en la proporción de sexos entre otoño e invierno da sustancia a la idea de que la zona peninsular sigue un comportamiento diferente al del macizo continental.

Los machos son considerados el sexo dominante en esta especie (Cooper 1994), lo que aunado a su preferencia por áreas pequeñas como cuerpos dulceacuícolas, tierras de cultivo y otros sitios con vegetación (Brooks 1967, Ashmole 1970, Spaans 1978, Colwell y Oring 1988, Colwell y Landrum 1993), se esperaría que la proporción de este sexo estuviera mejor representada en las Lagunas de Oxidación, sin embargo, los resultados aquí obtenidos indican que no hubo diferencias entre los sitios. Lo que puede explicarse dada la baja tasa de agresión de esta especie (Becerril 1998), en combinación con sus bajas densidades (Sauma 2006). De hecho se ha observado que existen movimientos entre la Playa y las Lagunas de Oxidación, dependientes del nivel de marea (Carmona datos no publicados), las proporciones aquí encontradas indican que dichos movimientos se realizan independientemente del sexo de las aves.

Edad de *Calidris minutilla*

Respecto al grupo de edad, recientemente se indicó que *C. minutilla* no posee un patrón latitudinal, a lo largo de su intervalo de invernación presenta valores cercanos a 0.65 adultos (Nebel 2006). Valor similar al encontrado en el trabajo

presente (0.56 o 0.61, para la playa o para ambos sitios, respectivamente). En contraste, en *C. mauri* se ha observado que los juveniles presentan una distribución en "U", donde los machos invernan en las zonas mas norteñas y las hembras lo hacen en las zonas más sureñas (Nebel *et al.* 2002). Se ha indicado que existe una relación negativa entre la proporción de juveniles que regresan a las áreas de reproducción en su primer año y la distancia entre estas últimas y la zona en la que invernarón (Nebel *et al.* 2002). Es decir, para esta especie existen dos estrategias: (1) reproducirse en su primer período, invernando en regiones norteñas, evitando por un lado un mayor desgaste de las plumas al realizar un recorrido más corto y por el otro disminuyendo la incidencia de rayos ultravioleta y su desgaste de plumaje; y 2) invernando más al sur, pero permaneciendo en las zonas invernales durante su primer año (a una mayor distancia y mayor incidencia de rayos ultravioleta), para posteriormente dirigirse a sus zonas de reproducción en su segundo año de vida, con un juego nuevo de plumas (Nebel *et al.* 2002).

Es probable que la falta de un patrón semejante para *C. minutilla* se relacione con la falta de registros de aves en zonas no reproductivas durante el verano, al menos en el sur de la península (Carmona 1997, Sauma 2006). Es decir, aparentemente la mayor parte de los juveniles de esta especie regresan a sus zonas de reproducción durante su primer año, de tal forma un patrón en "U" como el observado para *C. mauri* no se vería favorecido.

Por otra parte, los adultos de *C. minutilla* representaron más del 60% en ambas localidades (sin diferencia significativa), durante todo el período de estudio. Lo que indica que en la Ensenada de La Paz, en general, los adultos de *C. minutilla* no presentaron preferencia por localidad. Como ya se mencionó, la literatura indica que los adultos son más experimentados que los juveniles (Cooper 1994, Durell 2000), por lo que se esperaría encontrarlos en lugares más afines a la especie (cuerpos dulceacuícolas con vegetación, entre otros; Colwell y Oring 1988), como las Lagunas de Oxidación. Lo anterior, nuevamente se puede relacionar con la baja tasa de agresión intraespecífica de esta especie (Becerril 1998), en combinación con sus bajas densidades (Sauma 2006); de forma similar a lo propuesto con respecto a las proporciones por sexo. Por lo que los movimientos entre la Playa y las Lagunas de Oxidación (dependientes del nivel de marea), se realizarían aparentemente de forma independiente al grupo de edad.

Por su parte, los análisis mensuales indicaron que los adultos utilizaron preferentemente la ensenada en otoño (80%), comparado con el invierno (30%); es decir, la ensenada es un sitio de paso más importante para los adultos y de invernación para los juveniles. Esto es respaldado por diferentes trabajos que mencionan que durante la migración al sur existe una segregación por clase de edad saliendo primero los adultos de las zonas de reproducción y posterior a ellos los juveniles (Page 1974, Cooper 1994, Butler y Kaiser 1995, Nebel 2006). Lo que sugiere que la Ensenada de La Paz es un área de

invernación por debajo del promedio para esta especie, dado el predominio de juveniles durante el invierno.

Los análisis mostraron que los adultos de *C. minutilla* utilizaron ambas localidades durante el otoño y continuaron su migración a sitios más sureños; mientras que durante el invierno fueron los juveniles los que las ocuparon. De forma similar al sexo, donde los machos utilizaron ambas zonas en otoño como sitios de paso, mientras que en el invierno fueron usadas por hembras. En suma, la Ensenada de La Paz fue utilizada como sitio de paso por machos adultos y como sitio de invernación por hembras juveniles.

Tabla VII.1 Número de individuos capturados de *Calidris mauri* por sexo y grupo de edad en la Ensenada de La Paz B.C.S., México (2001-2002).

Mes	Machos		Hembras		Indeterminados		Total
	Adulto	Juvenil	Adulto	Juvenil	Adulto	Juvenil	
Agosto	96	2	38	-	2	-	138
Septiembre	98	152	42	94	4	4	394
Octubre	69	80	14	33	1	8	205
Noviembre	56	82	19	32	8	5	202
Diciembre	38	37	9	18	1	-	103
Enero	21	19	5	5	-	2	52
Febrero	3	20	2	5	-	-	30
Marzo	7	9	3	2	-	-	21
Total	388	401	132	189	16	19	1145

Tabla VII.2 Número de individuos capturados de *Calidris minutilla* por sexo y grupo de edad en la Ensenada de La Paz B.C.S., México (2001-2002).

Mes	Machos		Hembras		Indeterminados		Total
	Adulto	Juvenil	Adulto	Juvenil	Adulto	Juvenil	
Agosto	31	1	13	-	12	1	58
Septiembre	27	2	20	-	17	-	66
Octubre	12	3	4	1	4	1	25
Noviembre	41	18	31	7	25	11	133
Diciembre	9	13	5	12	6	5	50
Enero	-	8	3	14	-	6	31
Febrero	-	5	-	3	-	1	9
Marzo	1	6	2	3	-	3	15
Total	121	56	78	40	64	28	387

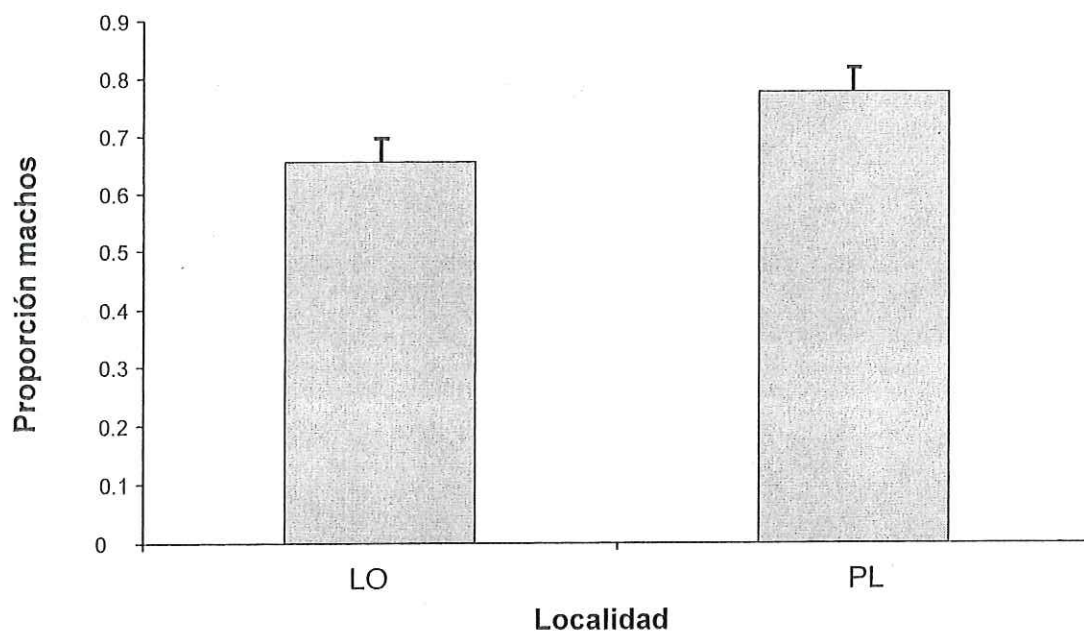


Figura 7.1 Proporción de sexos de *Calidris mauri* por localidad (LO= Lagunas de oxidación, PL=Playa) en la Ensenada de La Paz. Se muestra el intervalo de confianza al 95%.

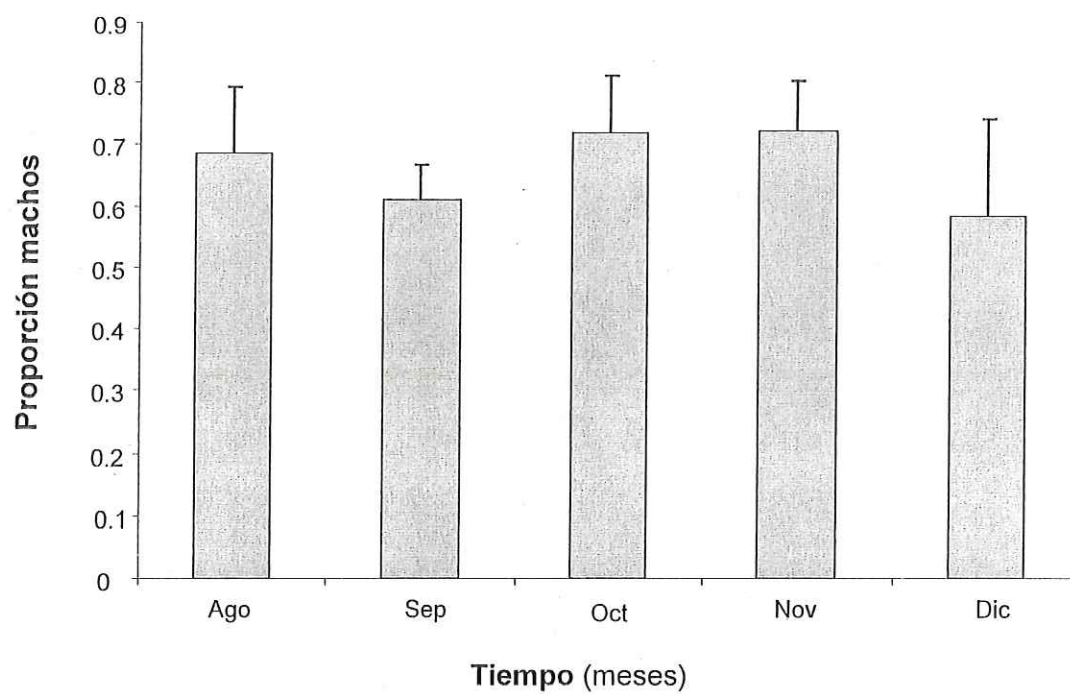


Figura 7.2 Proporción de sexos de *Calidris mauri* por mes de captura en las Lagunas de oxidación, Ensenada de La Paz. Se muestra el intervalo de confianza al 95%.

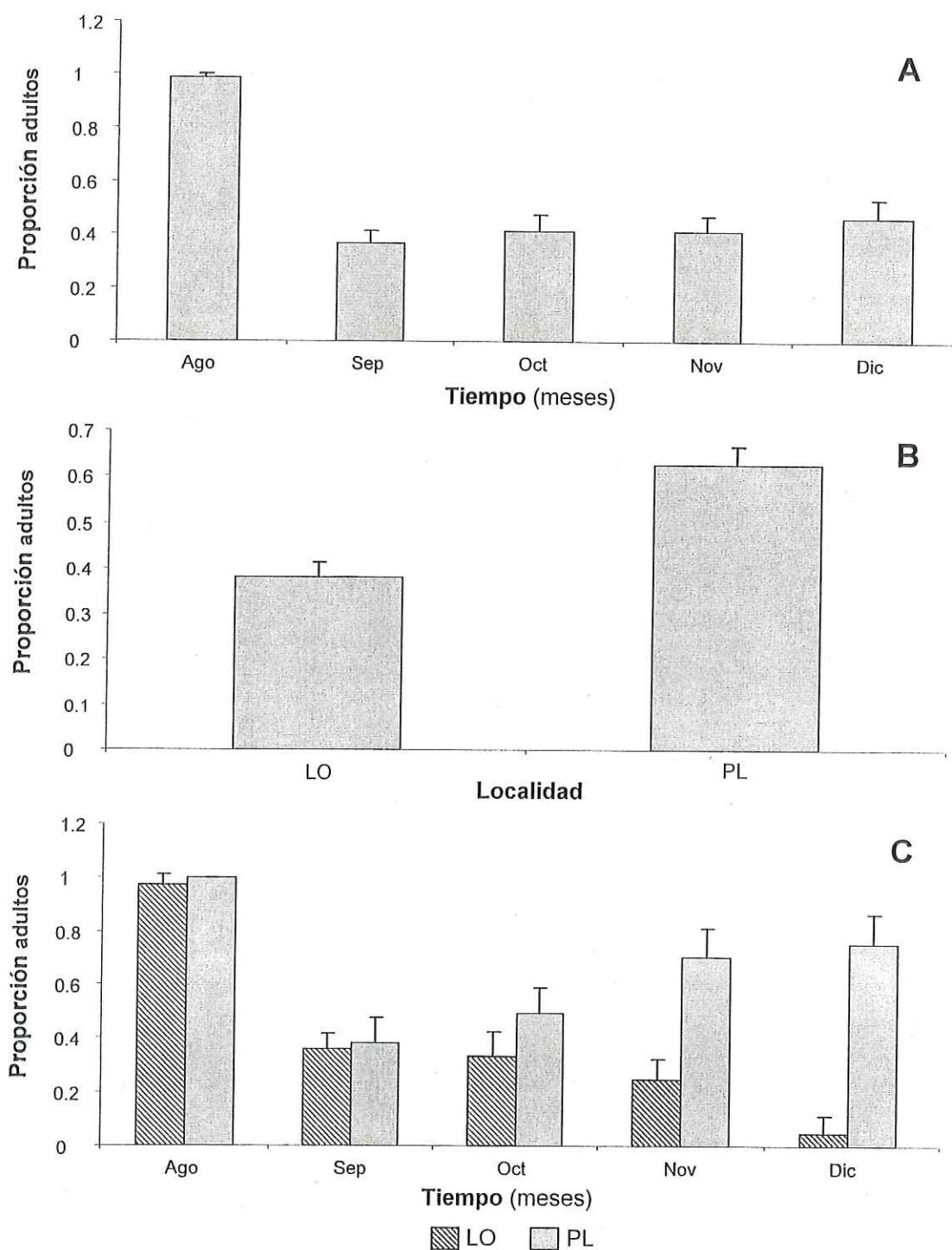


Figura 7.3 Proportión por grupo de edad de *Calidris mauri* en la Ensenada de La Paz. Se muestra el intervalo de confianza al 95%. (A) Por mes de captura; (B) por localidad (LO= Lagunas de oxidación, PL=Playa) y (C) por mes-localidad.

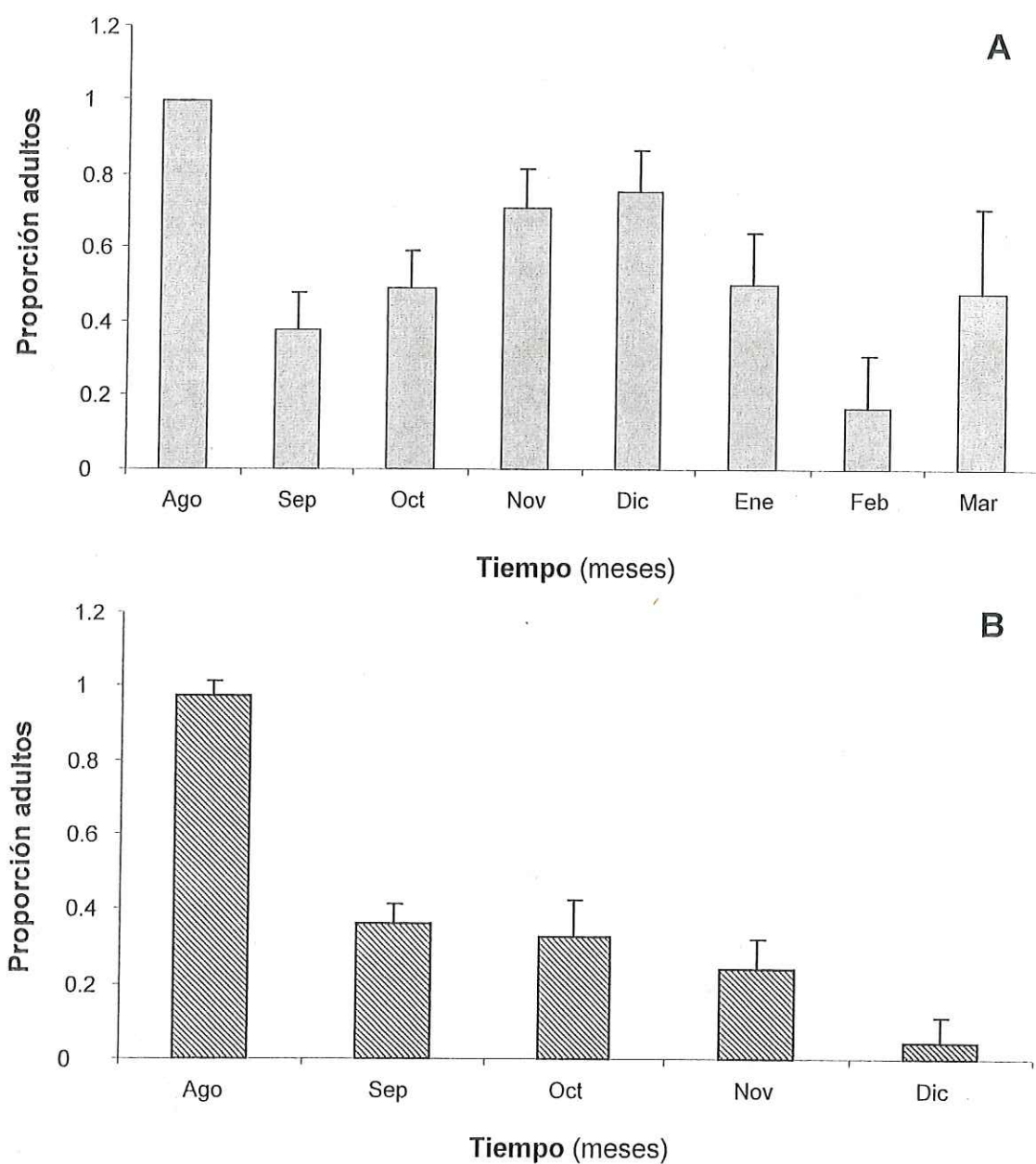


Figura 7.4 Proporción por grupo de edad de *Calidris mauri* en la Ensenada de La Paz. Se muestra el intervalo de confianza al 95%. (A) Por mes de captura en Playa y (B) por mes de captura en las Lagunas de Oxidación.

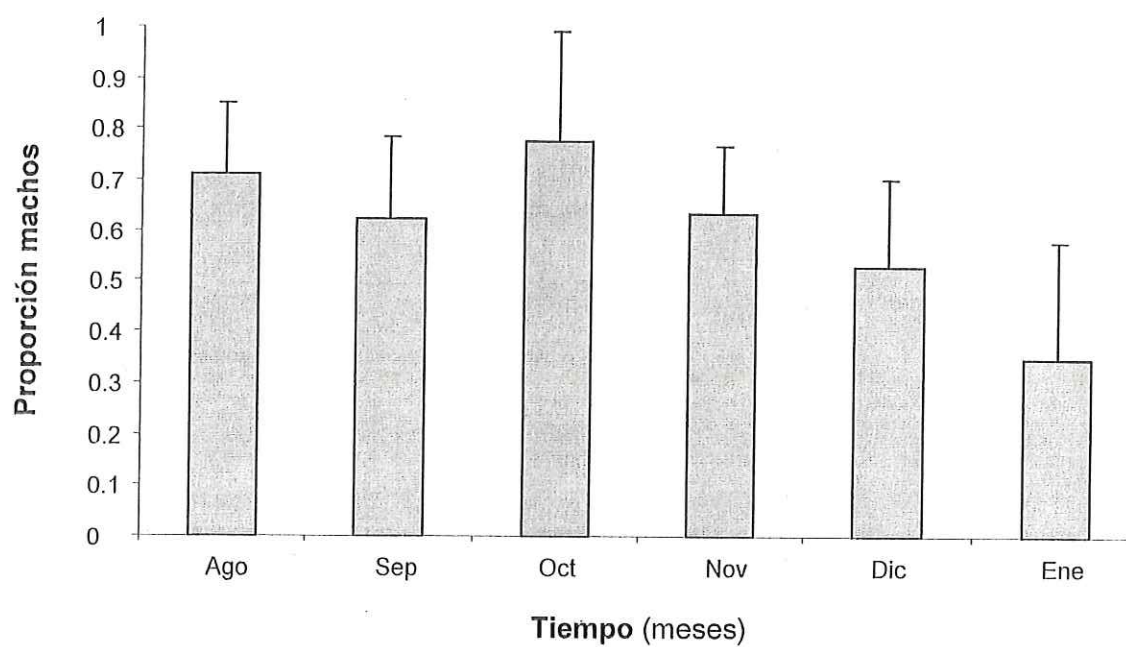


Figura 7.5 Proporción de sexos de *Calidris minutilla* en las Lagunas de Oxidación, Ensenada de La Paz. Se muestra el intervalo de confianza al 95%.

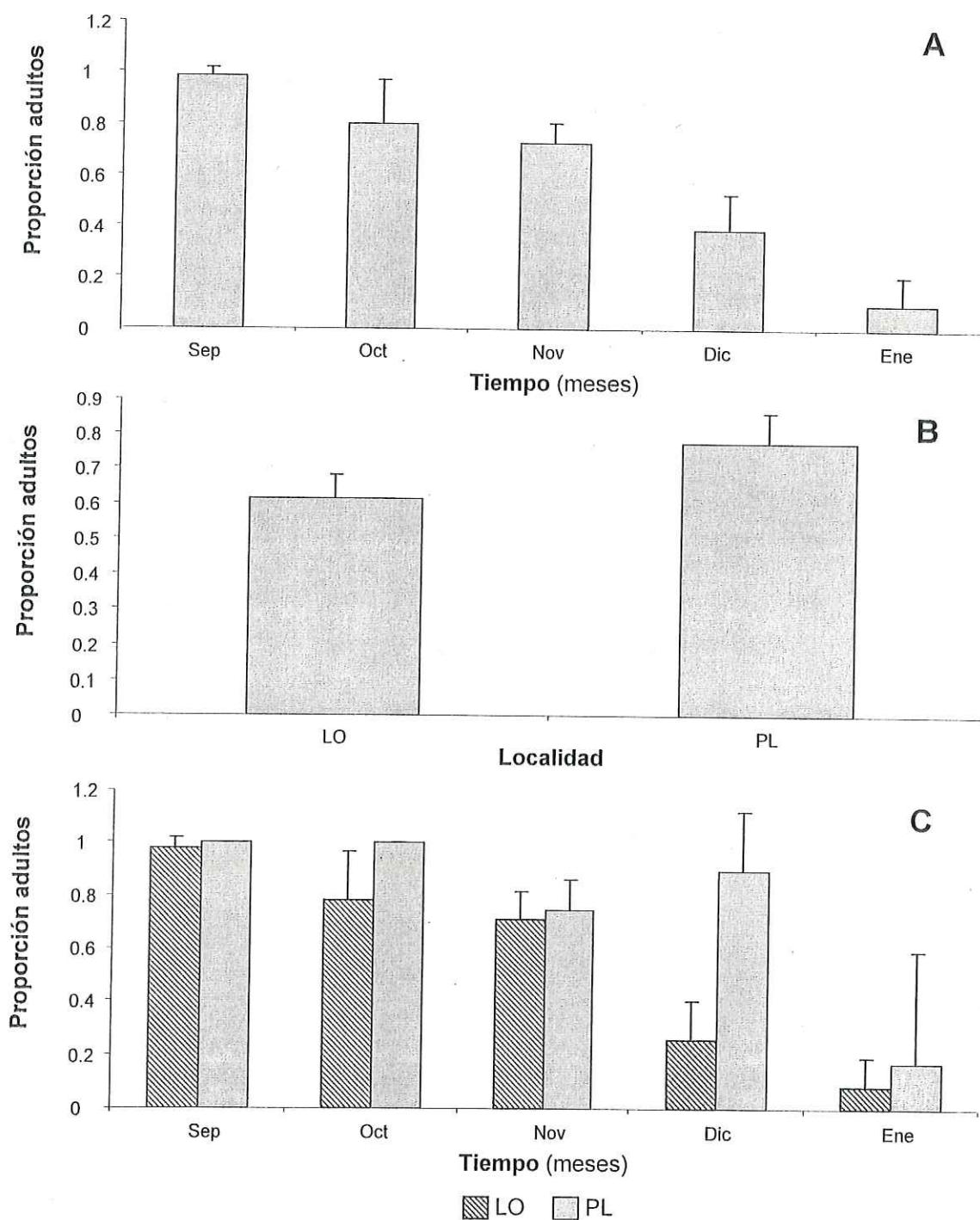


Figura 7.6 Proporción por grupo de edad de *Calidris minutilla* en la Ensenada de La Paz. Se muestra el intervalo de confianza al 95%. (A) Por mes de captura; (B) por localidad (LO= Lagunas de oxidación, PL=Playa) y (C) por mes-localidad.

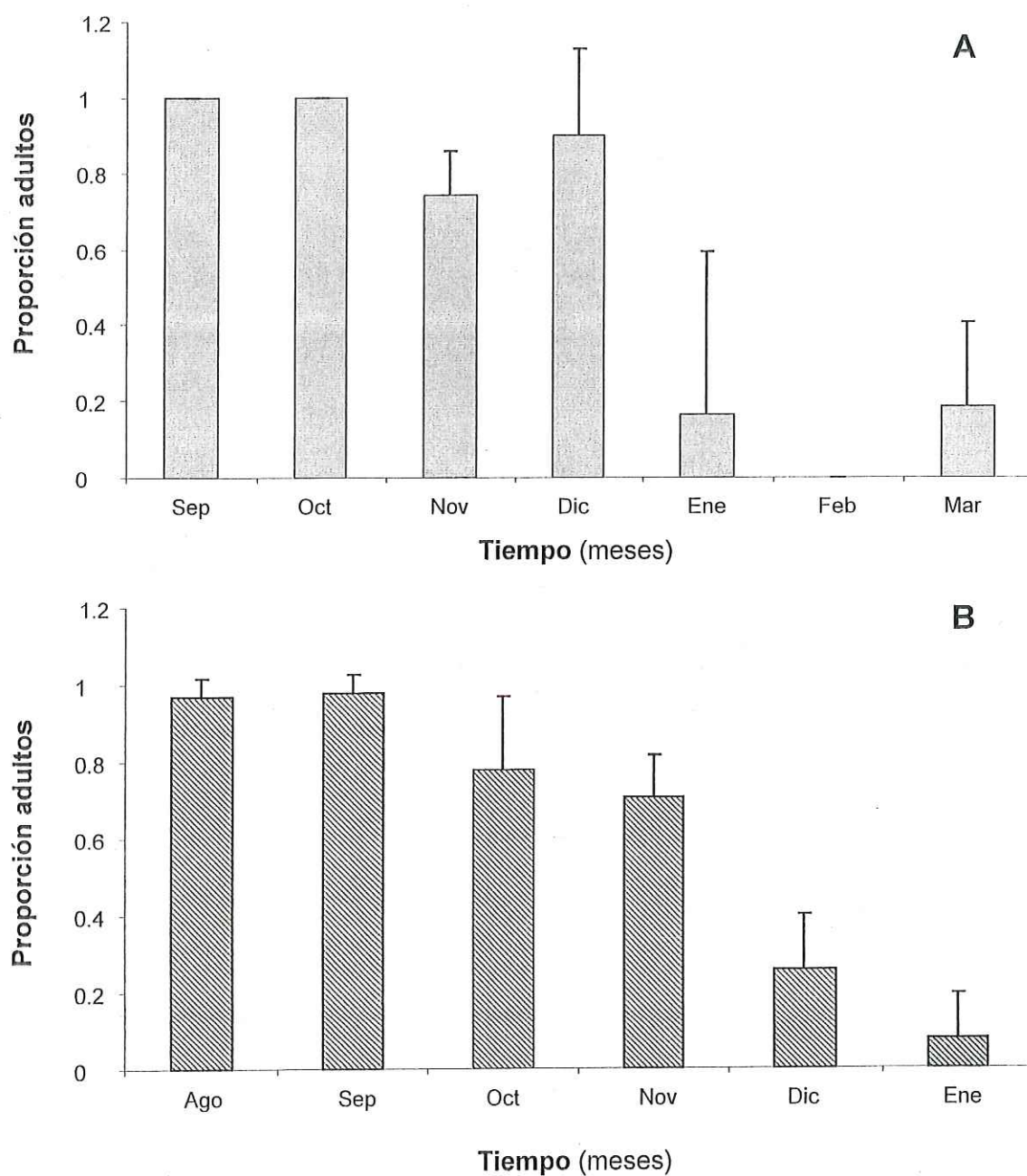


Figura 7.7 Proporción por grupo de edad de *Calidris minutilla* en la Ensenada de La Paz. Se muestra el intervalo de confianza al 95%. (A) Por mes de captura en Playa y (B) por mes de captura en las Lagunas de Oxidación.

CAPÍTULO 8

FRECUENCIA DE RECAPTURA DEL PLAYERITO OCCIDENTAL (*Calidris mauri*) POR SEXO Y CLASE DE EDAD, COMO INDICADOR DE SESGO EN LAS CAPTURA

Frecuencia de recaptura del playerito occidental (*Calidris mauri*) por sexo y clase de edad, como indicador de sesgo en las captura

RESUMEN

Con base en la recaptura de 89 playeritos occidentales (*Calidris mauri*), de un total de 856 individuos anillados, se determinó el efecto del sexo y del grupo de edad en la probabilidad de captura, en el extremo sur de la península de Baja California. Las capturas se realizaron con redes de niebla. Se probó la independencia de las recapturas por sexo y grupo de edad. Observamos un bajo efecto por sexo (67 y 62 machos, y 22 y 26 hembras observados y esperados, respectivamente) y un marcado efecto por grupo de edad (20 y 42 adultos y 69 y 46 juveniles, respectivamente). El lapso entre la captura y la recaptura fue mayor para los adultos (grupo modal de 51 a 75 días), en comparación con los juveniles (1 a 25 días). Aparentemente este sesgo por grupo de edad fue debido a la experiencia de las aves adultas, lo que se refleja en su menor movilidad entre las áreas de alimentación, disminuyendo así sus probabilidades de captura. Por lo anterior se sugiere que las proporciones por edad, indicadas en la literatura deben ser revaloradas, a la luz de posibles sesgos en las probabilidades de captura.

PALABRAS CLAVE: *Calidris mauri*, sesgo en captura, red de niebla, efecto del sexo y la edad, península de Baja California.

INTRODUCCIÓN

La estructura poblacional por sexos y por grupos de edad es uno de los temas más frecuentemente abordados en estudios autoecológicos de aves. Dichas investigaciones han permitido elucidar, entre otras características de las historias de vida, los patrones de segregación durante la temporada no reproductiva (Nebel *et al.* 2002). Dentro de las aves playeras (Charadrii), es posible estudiar variaciones en la composición por sexos y grupos de edad, particularmente con el género *Calidris* (e.g. Page *et al.* 1972, Nebel *et al.* 2002), ya que en la mayoría de las veces es posible determinar el sexo por la longitud del culmen (Page y Fearis 1971, Page *et al.* 1972) y el grupo de edad por el desgaste y la coloración del plumaje (Prater *et al.* 1977, Burton y McNeil 1976).

Los estudios que abordan la composición por sexos y grupos de edad implican la captura de las aves, en la mayor parte de estos trabajos las capturas se han realizado con redes de niebla (Page *et al.* 1972, Fernández y Lank 2006), y suponen un efecto no selectivo; es decir, que todos los individuos de la población tienen la misma probabilidad de capturarse, sin importar su estatus migratorio, sexo o clase de edad (Fernández y Lank 2006). Pienkowski y Dick (1976) probaron la selectividad del tipo de trampa (redes de niebla y redes cañón) y encontraron que los juveniles de varias especies de aves playeras estuvieron sobrerrepresentados usando redes de niebla. En el ostrero euroasiático (*Haematopus ostralegus*), las redes de niebla capturaron

preferentemente aves juveniles (Goss-Custard *et al.* 1981). Esta especie tiene la ventaja de que sus grupos de edad se pueden detectar a simple vista. En contraste, con muchas especies de pequeños playeros (género *Calidris*), es complicado en ciertas épocas del año determinar fehacientemente el grupo de edad sin capturar a los individuos (Prater *et al.* 1977).

En el estudio presente se probó la hipótesis de que la probabilidad de recaptura de un individuo es igual a aquélla de la captura original, independiente de la edad o sexo del mismo en el playerito occidental (*Calidris mauri*).

MATERIALES Y MÉTODOS

Las capturas se realizaron en la parte sur de la Ensenada de La Paz, donde se encuentra la marisma de Chametla-El Centenario (en adelante referida como playa) y en las lagunas de oxidación ubicadas al suroeste de la Ciudad de La Paz. Se realizaron 31 sesiones de captura en la playa y 35 en las lagunas entre el 2 de agosto de 2001 y 28 de marzo de 2002. La captura se efectuó con redes de niebla (12 m x 2.6 m), al amanecer y al atardecer. En la playa, las redes se colocaron paralelamente a la línea de costa, en mareas ascendentes, durante las mareas más altas del mes. En las lagunas de oxidación, donde no opera el régimen de mareas, las redes se colocaron sobre los diques que las separan. El sexo de las aves se determinó con base en la longitud del culmen (Page y Fearis 1971) y el grupo de edad se determinó con base en el plumaje (juvenil de menos de un año o adulto *sensu* Page *et al.* 1972, Prater *et al.* 1977). Las aves fueron individualizadas con combinaciones de tres a cinco anillos de colores

(blanco, verde, azul, rojo y amarillo), además uno bicolor (rojo y amarillo) colocado en el tarso superior izquierdo como indicador de que el ave se marcó en México.

Se realizaron dos pruebas *a priori* de independencia χ^2 ($\alpha = 0.05$, en todos los casos, Zar 1999), para determinar el posible efecto de una selección diferencial del hábitat (Warnock y Takekawa 1995, Buenrostro 1996, Fernández y Lank 2006) y de la cronología migratoria (Page *et al.* 1972, Butler *et al.* 1987) en función del sexo y el grupo de edad durante el período de captura-recaptura. En el primer caso se analizó la independencia de las recapturas por sexo y grupo de edad, considerando los sitios de captura-recaptura (lagunas-lagunas, lagunas-playa, playa-lagunas y playa-playa); en el segundo caso se comprobó la posibilidad de que la estructura de las recapturas (por sexo y edad), fuera independiente de las estaciones de captura-recaptura (otoño-otoño, otoño-invierno e invierno-invierno). Las pruebas *a priori* mostraron que no existió dependencia entre las proporciones del grupo de edad y el sexo de las recapturas con los sitios ($\chi^2_9 = 13.9$, $P = 0.38$) ni con las estaciones ($\chi^2_6 = 5.9$, $P = 0.43$). Estos resultados permitieron conjuntar los datos de recaptura como un solo grupo de información, lo cual es deseable dados los tamaños de muestra con los que se trabajó (ver adelante).

Se probó la posibilidad de sesgos en las capturas por sexo y grupo de edad, comparando las frecuencias de recaptura observadas con las frecuencias de recaptura esperadas, mediante una prueba de independencia χ^2 (Zar 1999).

Respecto al lapso de tiempo transcurrido entre la captura y la recaptura, se realizaron pruebas *a priori* de normalidad (Zar 1999). Dado que los datos no fueron normales ($\chi^2_7 = 29.7$, $P < 0.01$), los datos se compararon por separado (por sexo y grupo de edad) mediante dos análisis de varianza por rangos de Kruskal Wallis (Zar 1999).

RESULTADOS

Se anillaron 856 individuos del playerito occidental, de los cuales el 70% fueron machos; respecto al grupo de edad, adultos y juveniles se capturaron prácticamente en la misma proporción (0.48 y 0.52, respectivamente). Se recapturaron 89 individuos, es decir el 10% del total anillado. Al comparar las recapturas observadas con las esperadas (a partir de las capturas), se evidenció que estas no pueden ser consideradas iguales ($\chi^2_1 = 24.6$, $P < 0.001$). Las frecuencias (observadas y esperadas) entre sexos fueron muy semejantes; sin embargo, al comparar las frecuencias por grupo de edad sí hubo diferencias significativas (Tabla VIII.1).

La comparación de las proporciones de las recapturas (con respecto a las capturas) remarcó el bajo efecto por sexo, ya que en total se recapturaron el 11 y el 9% de machos y hembras, respectivamente. En contraste, se observó una clara diferencia por grupo de edad, pues fue recapturado el 5% y el 16% de las aves adultas y juveniles, respectivamente. En lo referente al sexo, no se detectó diferencia en los lapsos transcurridos entre la captura y la recaptura ($\chi^2_1 = 0.12$, $P = 0.73$; Figura 8.1A); en contraste se observó un claro efecto por grupo de

edad, donde los juveniles tuvieron lapsos más cortos para la recaptura ($\chi^2_1 = 11.01$, $P < 0.001$; Figura 8.1B).

Para ambos sexos cerca del 70% de las recapturas se efectuaron dentro de los 50 días posteriores al día de captura, dicho porcentaje se elevó al 90% para los 75 días (Figura 8.1A). En cuanto a los grupos de edad, se observó que el 76% de los juveniles fueron recapturados antes de los 50 días, mientras que en los adultos disminuyó a 40%; de hecho los juveniles presentaron un grupo modal de recaptura de 1 a 25 días, mientras que para los adultos éste se ubicó en el intervalo de 51 a 75 días (Figura 8.1 B).

DISCUSIÓN

En las aves playeras, la idea de que pueden existir sesgos en las capturas ha sido explorada desde diferentes perspectivas, como el tipo de trampa (Pienkowski y Dick 1976) y el uso de grabadoras para atraer a la aves (Figuerola y Gustamante 1995). Sin embargo, la posibilidad de que los juveniles puedan tener mayor probabilidad de captura, ha sido probada en pocos estudios (Goss-Custard *et al.* 1981), lo que se relaciona, al menos para aves del género *Calidris*, con la dificultad de establecer fehacientemente el sexo o el grupo de edad mediante observaciones a distancia (Prater *et al.* 1977). Esto imposibilita la comparación entre las proporciones de las capturas y las "verdaderas" de la población. En el caso presente, se pudo cuantificar este sesgo (selectividad) gracias a un esfuerzo exhaustivo de captura en combinación con un área de estudio pequeña. En relación a lo anterior, el

porcentaje total de recaptura ($> 10\%$) puede ser considerado alto al compararse con otras áreas de la península de Baja California como el Estero Punta Banda (32°N), donde fueron recapturadas sólo 10 de 365 aves marcadas ($<3\%$; Buenrostro 1996).

Se han sugerido dos posibilidades para explicar la mayor probabilidad de captura de las aves juveniles: su menor maniobrabilidad para eludir las redes y su inexperiencia (Goss-Custard *et al.* 1981). Para el playerito occidental, es difícil considerar como causa la maniobrabilidad; ya que el menor tamaño de los machos les confiere mayor maniobrabilidad, tal como sucede en otras especies de aves (Reynolds 1972), lo que no se reflejó en sus probabilidades de recaptura.

La hipótesis de la experiencia se ve reforzada por los resultados de los lapsos de tiempo transcurridos entre la captura y la recaptura encontrados en este estudio (menores en los juveniles). De hecho, aparentemente esta experiencia se manifiesta en otros aspectos de sus estrategias de sobrevivencia, como la selección de los mejores sitios de alimentación, considerando tanto la abundancia de recursos como el riesgo de depredación (Cresswell 1994, Warnock y Takekawa 1995). La menor experiencia de los juveniles en la selección de las áreas de alimentación, aunada a su bajo estatus social (Durell 2000), provoca que realicen más movimientos entre las diferentes zonas de alimentación (Goss-Custard y Durell 1987, Warnock y Takekawa 1996). Consecuentemente al considerar que las redes de niebla son un método de

captura fijo, que requiere que las aves se encuentren en movimiento, estos movimientos, mayores en los juveniles; ocasionan un incremento en sus probabilidades de captura.

Es atractivo tratar de proponer un factor de corrección, dadas las diferencias en las probabilidades observadas por clases de edad. Como un indicador de la probabilidad de recaptura se determinó el cociente entre la recaptura observada y la esperada (0.47 y 1.48, para adultos y juveniles, respectivamente). Posteriormente, se dividió la captura observada entre cada uno de estos cocientes ($409/0.47$ y $447/1.48$), lo anterior arrojó el número de aves que debió estar presente para producir las capturas observadas (869 adultos y 301 juveniles, con proporciones respectivas de 0.74 y 0.26). Estas proporciones son notoriamente diferentes a las calculadas con los datos originales (0.48 y 0.52). Es probable que este factor de corrección sea específico para cada sitio, por lo que no se pretende su generalización, sin embargo, estas diferencias en las probabilidades de captura deben ser tomadas en cuenta al analizar información proveniente de redes de niebla.

CONCLUSIONES

1. Las redes de niebla no mostraron diferencias entre la captura y la recaptura, basada en el sexo de las aves.
2. Sin embargo, hubo un claro efecto por edad, pues los juveniles mostraron mayor probabilidad de ser recapturados.

3. Lo anterior hace suponer que las proporciones por edad deben ser tomadas con cautela, dado el aparente sesgo que existe.
4. La mayor probabilidad de captura de juveniles presumiblemente se relaciona con su menor eficiencia alimenticia, lo que los obliga a realizar más movimientos, incrementando así la posibilidad de capturarlos.

Tabla VIII.1 Frecuencia de captura y recaptura (observada y esperada), por sexo y grupo de edad del playerito occidental en la Ensenada de La Paz, Baja California Sur, México.

Edad	Fuente	Machos	Hembras	Total
Adultos	Captura	300	109	409
	Recaptura observada	17	3	20
	Recaptura esperada	31.2	11.3	42.5
Juveniles	Captura	302	145	447
	Recaptura observada	50	19	69
	Recaptura esperada	31.4	15.1	46.5
Totales	Captura	602	254	856
	Recaptura observada	67	22	89
	Recaptura esperada	62.6	26.4	

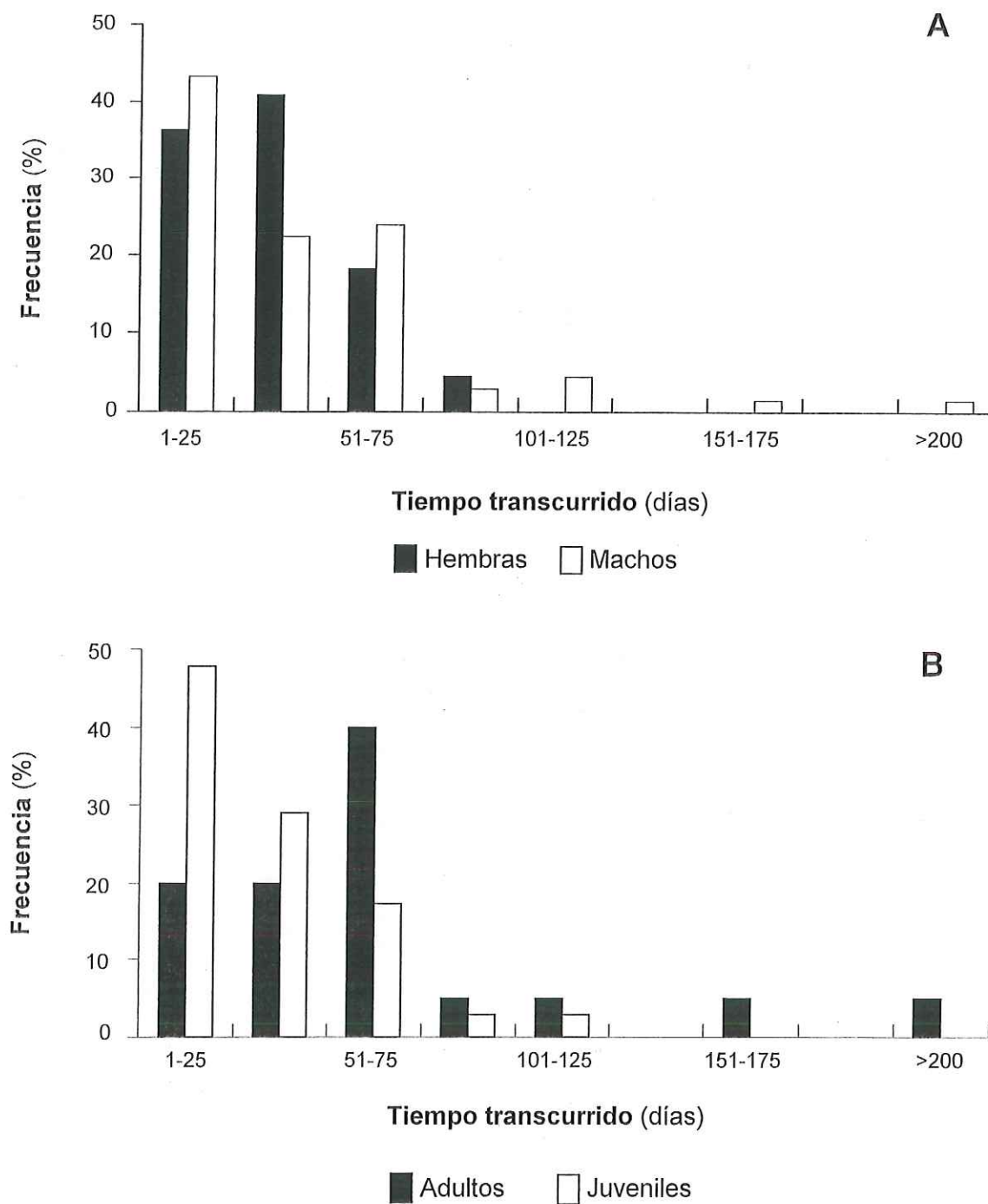


Figura 8.1 Frecuencia porcentual de los lapsos transcurridos entre la captura y la recaptura del playerito occidental en la Ensenada de La Paz, Baja California Sur, México. (A) Por sexos y (B) por grupo de edad.

CAPÍTULO 9

**FIDELIDAD DEL PLAYERITO OCCIDENTAL (*Calidris mauri*) A LA
ENSENADA DE LA PAZ (CHAMETLA), BAJA CALIFORNIA SUR, COMO
SITIO DE INVERNACIÓN**

Fidelidad del playerito occidental (*Calidris mauri*) a la Ensenada de La Paz (Chametla), Baja California Sur, como sitio de invernación

RESUMEN

Con base en el etiquetado individual de 856 ejemplares de playerito occidental (*C. mauri*) en la temporada 2001-2002, se determinó la fidelidad y el uso que hace esta especie de la Ensenada de La Paz para su invernación en la temporada subsecuente (2002-2003). Se realizaron 57 visitas a la playa de Chametla (01 noviembre 2002 a 08 abril 2003). Las aves fueron detectadas con ayuda de un telescopio (15-60x) e individualmente identificadas por códigos de colores de cuatro a seis anillos colocados en sus patas. Se realizaron 1,234 avistamientos de 328 aves. La tasa de retorno fue alta (38%), posiblemente debida a que Chametla es el único humedal disponible en la porción sur de la península, además la zona presenta un bajo nivel de depredación y una amplia planicie lodosa durante el invierno. Los machos presentaron tasas de retorno mayores que las hembras, lo que se relaciona con el patrón de distribución latitudinal invernal de la especie. Las tasas de retorno menores se observaron para aves etiquetadas en otoño y las mayores para las de invierno; lo que refleja una mayor proporción de aves en tránsito para el primero. La abundancia fue baja en otoño, máximos en invierno por la llegada de aves, situación que indica movimientos invernales en la región. La mediana de salida de las aves anilladas fue el 28 de febrero, dos semanas antes que en la parte norte de la península, lo que indica que las aves realizan el cruce peninsular en 15 días. Por sexo y grupo de edad, las aves abandonaron Chametla al mismo tiempo, contrario a lo esperado al menos para los sexos, lo que indica que la separación se da en sitios más cercanos a las zonas de anidación.

PALABRAS CLAVE: tasas de retorno, *Calidris mauri*, sexo y edad, Ensenada de la Paz, península de Baja California.

INTRODUCCIÓN

Las poblaciones de aves playeras migratorias muestran a menudo patrones de migración complejos que involucran diferencias por sexo y grupo de edad, mismos que pueden ser tanto geográficos como temporales (Myers 1981). Estas aves a lo largo de su ruta migratoria emplean una secuencia específica de humedales que son utilizados como zonas de paso y/o como áreas de invernación (Morrison 1984). Se sabe que en las zonas de invernación puede existir una supervivencia diferencial por edad, donde los juveniles experimentan tasas de mortalidad mayores que las aves adultas, relacionadas con depredación (Kus *et al.* 1984), condiciones ambientales extremas (Evans y Pienkowski 1984, Warnock *et al.* 1997) y eficiencia alimenticia (Goss-Custard y Durell 1987).

Los trabajos de supervivencia basados en el seguimiento de una cohorte requieren estudios de larga duración. Una alternativa más expedita a lo anterior, aunque menos precisa, es analizar las tasas de retorno a las zonas de anidación y/o invernación (Warnock *et al.* 1997). Dichas tasas permiten determinar la fidelidad, supervivencia y mortalidad de las aves en un área en particular. La tasa de retorno se basa en el número de individuos marcados o etiquetados que vuelven al siguiente año o en años subsecuentes al sitio original (Evans y Pienkowski 1984).

Se sabe que diferentes especies de aves playeras exhiben fidelidad a las zonas de invernación (Evans y Pienkowski 1984). Los factores biológicos que podrían

influir en la fidelidad son entre otros: disponibilidad de alimento, competencia intra e interespecífica (Evans 1976), edad y sexo de los individuos (Warnock *et al.* 1997) y niveles de depredación (Kus *et al.* 1984).

El playerito occidental (*Calidris mauri*) es el ave playera más abundante de la costa oeste de América (Wilson 1994). Esta especie se reproduce en Alaska y en el norte de Siberia; en invierno se distribuye desde California hasta Perú en la costa del Pacífico y de Nueva Jersey a Surinam en la costa del Atlántico (Wilson 1994). La especie muestra una segregación latitudinal invernal por sexo, los machos son más abundantes al norte de la distribución (Nebel *et al.* 2002). Con respecto a la edad Nebel *et al.* (2002) proponen un patrón de distribución latitudinal en forma de "U", con una mayor proporción de juveniles en los extremos.

Durante la migración al sur, los adultos son los primeros en abandonar las áreas reproductivas casi un mes antes que los juveniles (Holmes 1972). Las hembras salen al menos unos días antes que los machos (Holmes 1972, Ydenberg *et al.* 2005); mientras que en la migración al norte, los machos son los primeros en detectarse en latitudes norteñas (Senner *et al.* 1981, Butler *et al.* 1987) y en arribar a las zonas de reproducción (Holmes 1972, Warnock y Bishop 1998), debido a que éstos establecen los territorios de anidación.

Se ha reconocido la importancia de las costas del noroeste del Pacífico mexicano para la invernación de estas aves (Morrison *et al.* 2001). Por ejemplo para el estero Punta Banda, en la costa noroeste de la península de Baja

California, Fernández *et al.* (2001) determinaron que los patrones de residencia del playerito occidental fueron independientes de la edad, mes o año de captura; además los individuos de mayor edad tendieron a modificar sus patrones de residencia de invernantes residentes a invernantes nómadas (aparentemente regionales). Además Fernández *et al.* (2003) encontraron que las estimaciones de supervivencia para *C. mauri* durante el período invernal fueron bajas en comparación con otros estudios, lo que aparentemente indica que esta zona está por debajo de la calidad promedio como sitio de invernación.

Al sur de la península, en la Ensenada de La Paz, Fernández *et al.* (1998) evidenciaron la importancia de la marisma de Chametla como zona de paso e invernación para *C. mauri*. Galindo (2003) encontró que esta especie utiliza zonas alternas de alimentación (Lagunas de Oxidación) sólo en la migración al sur, mientras que durante el invierno hace un mayor uso de la playa adyacente.

Los trabajos realizados en la Ensenada de La Paz han sentado las bases que permiten abordar estudios que incluyan aspectos ecológicos de la dinámica invernal de esta especie, como la determinación de las tasas de retorno. En la zona en la temporada migratoria 2001-2002 se capturaron, anillaron e individualizaron ejemplares de *C. mauri*. Con base en este esfuerzo, el estudio presente examinó la fidelidad de la especie a la zona, considerando las tasas de retorno general, por sexo, edad y mes de captura; y la fecha de salida en función del sexo y grupo de edad de esta especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

Dado que en las playas de Chametla-El Centenario (en adelante Chametla) se encuentra el 92% de la abundancia de la especie de interés en la Ensenada de La Paz (Brabata 2001), el trabajo de reobservación se centró en dicha zona.

El estudio presente se basó en el etiquetado de individuos de *C. mauri* realizado en la temporada migratoria 2001-2002. En dicha temporada se capturaron 1,145 individuos, de los cuales 856 fueron individualizados, 26 anillados (no individualizados por no poder determinar su sexo), 246 no anillados por cuestiones logísticas y 17 fueron sacrificados para ser usado en otros estudios (Galindo 2003).

Las capturas se realizaron en dos sitios, las lagunas de oxidación y las playas de Chametla (Capítulos 7 y 8). El sexo de las aves se determinó con base en la longitud del culmen, de acuerdo con el criterio de Page y Fearis (1971) y el grupo de edad (adulto o juvenil) se asignó con base en la coloración del plumaje y desgaste de las plumas primarias. Las aves fueron individualizadas con combinaciones de tres a cuatro anillos de colores tipo Darvic resistentes a la luz ultravioleta (azul, verde, blanco, rojo y amarillo), colocados en la parte superior (tibia-tarso) e inferior (tarso-metatarso) de las patas. En la parte superior de la pata izquierda de cada ejemplar se colocó un anillo bicolor (amarillo y rojo), que indica que el ave fue anillada en México. Para el presente estudio se consideró únicamente a las 856 aves individualizadas.

Los avistamientos se llevaron a cabo entre el 1 de noviembre de 2002 y el 8 de abril de 2003 (en adelante 2002) en Chametla. Se realizaron recorridos a lo largo de la línea de costa, preferentemente con la marea descendente. Se examinaron las parvadas de *C. mauri* con ayuda de un telescopio (15-60x), en busca de aves anilladas, para cada avistamiento se registró el código de colores y la fecha. Sólo se utilizó la información de aquellas aves en las que el código detectado fue incuestionable. Se llevaron a cabo 57 visitas, cada una con una duración promedio de 2.5 h (2 a 4 h, dependiendo de la abundancia de las aves).

Adicionalmente se determinó la abundancia de *C. mauri* para relacionarla con la fecha de salida de las aves anilladas. Se realizaron censos quincenales en Chametla, (agosto de 2002 a abril de 2003), siguiendo la metodología ya descrita (Capítulos 2 y 3).

Con el fin de reducir el error que pudiera ocasionar tasas de retorno sobreestimadas sólo se utilizó la información de aquellos individuos que presentaron dos o más avistamientos (Warnock *et al.* 1997).

Los individuos anillados que regresaron a Chametla en la temporada 2002, que fueron anillados como juveniles y adultos en la temporada anterior, se consideraron como adultos de primer año (AD1 en adelante) y como adultos de dos años o más (AD2), respectivamente.

Las tasas de retorno por sexo y edad fueron comparadas mediante dos pruebas de hipótesis de diferencia de proporciones ($\alpha=0.05$ en todos los casos, Zar

1999). Inicialmente las tasas de retorno con base en el mes de captura fueron analizadas por categoría: hembras adultas de más de dos años (HAD2), hembras adultas de primer año (HAD1), machos adultos de más de dos años (MAD2) y machos adultos de primer año (MAD1). Sin embargo, se observó un patrón muy semejante, por lo que se realizó una prueba de independencia χ^2 para determinar si dichas tasas, para los diferentes meses, podían ser consideradas iguales para las cuatro categorías (Zar 1999). Los resultados mostraron que las tasas de retorno fueron independientes de las categorías consideradas ($\chi^2_{11} = 30.5$; $P=0.08$), por tal motivo, los datos fueron combinados y los resultados emanados representaron las tasas de retorno generales. Estas tasas fueron comparadas mediante un análisis de varianza de una vía, considerando como factores los meses de captura (Zar 1999).

Debido a que el esfuerzo de campo se concentró en invierno, no fue posible determinar de forma fehaciente la fecha de llegada de *C. mauri* a Chametla. Por lo anterior, se determinó solamente la fecha de último avistamiento, como un indicador de la fecha de salida. Se utilizó la prueba de independencia χ^2 para determinar si las aves abandonaron el área de estudio de forma uniforme (Zar 1999). Para ello, los datos se agruparon en intervalos de 10 días (basado en el calendario juliano) y se compararon las frecuencias observadas contra las esperadas si la partida fuera uniforme. Para determinar la existencia de una relación entre la abundancia y el número de aves anilladas que abandonaron Chametla, se utilizó un modelo de regresión lineal simple (Zar 1999). Por último,

se analizaron las frecuencias del último avistamiento por sexo, por grupo de edad y por las cuatro categorías (HAD2, HAD1, MAD2 y MAD1), mediante análisis de varianza por rangos de Kruskal-Wallis (Zar 1999).

RESULTADOS

Tasa de retorno general

De las 856 aves anilladas en la temporada 2001-2002, se avistó un total de 479 durante la temporada 2002, de las cuales 151 presentaron un sólo avistamiento. Considerando aquellas aves vistas dos o más ocasiones, se registraron 328, por lo que la tasa de retorno general en Chametla fue 38 %.

Tasa de retorno por sexo y edad

La proporción de individuos que regresaron en la temporada 2002 presentó diferencias significativas en función del sexo, donde los machos tendieron a regresar en mayor proporción que las hembras (0,45 y 0,21 respectivamente; $t_{854}=7.40$; $P<0.01$, Figura 9.1A). Por grupo de edad, si bien los adultos de más de dos años tendieron a regresar en mayor proporción que los adultos de primer año (0,40 y 0,36 respectivamente), tales diferencias no fueron significativas ($t_{854}=1.02$; $P=0.30$; Figura 9.1B). Por lo que las tasas de retorno se vieron afectadas por el sexo pero no por el grupo de edad.

Tasa de retorno considerando el mes de captura

Las tasas de retorno variaron en función al mes de captura (Figura 9.2). Las menores tasas correspondieron a aves etiquetadas en agosto y septiembre, tasas intermedias se observaron para aves anilladas en noviembre, diciembre y febrero, mientras que las mayores tasas se presentaron en octubre, enero y marzo ($F_{7,848}=10.56$; $P<0.01$, Tabla IX.1).

Fecha de salida o último avistamiento

Abundancia

La abundancia de *C. mauri* durante la migración al sur (agosto a octubre) se mantuvo relativamente constante, alrededor de 2,000 individuos. Durante el invierno se alcanzó un máximo de 15,000 aves en la primera quincena de diciembre, con una drástica disminución en la segunda quincena (5,000) y un repunte en enero (10,000 aves). Entre febrero y principios de marzo las abundancias se mantuvieron medias y relativamente constantes, para disminuir nuevamente a finales de marzo (Figura 9.3).

Fecha de salida

La especie de interés abandonó el área de estudio entre el 9 de enero y el 8 de abril, la mediana de salida fue el 28 de febrero (Figura 9.4). La prueba de bondad de ajuste evidenció que las aves no abandonaron el área de forma homogénea ($\chi^2_7=265.3$; $P<0.01$). Se observaron tres pulsos: uno a finales de enero (aproximadamente el día 22), otro muy marcado a finales de febrero (entre el 27 y 28) y el último entre el 18 y 19 de marzo (Figura 9.4).

Se observó una relación lineal inversa entre el número de individuos que abandonaron Chametla y la abundancia (Figura 9.5). Por cada ave anillada que abandonó la zona, lo hicieron aproximadamente 19 individuos no anillados, con un número cercano a las 10,000 aves cuando hipotéticamente ningún ave había abandonado la zona.

Los análisis de las frecuencias de último avistamiento por sexo, no mostraron diferencias significativas en la fecha de salida ($\chi^2_1 = 0.16$; $P = 0.68$). La mediana de salida de las hembras fue el 27 de febrero, mientras que para los machos fue un día después. Los análisis de frecuencia del último avistamiento por grupo de edad, tampoco indicaron diferencias significativas entre la fecha de salida de los adultos de más de dos años respecto a los adultos de primer año ($\chi^2_1 = 2.02$; $P = 0.15$). La mediana de salida para los adultos de más de dos años fue el 27 de febrero y la de los adultos de primer año fue un día después.

De igual forma, al comparar la frecuencia de último avistamiento para las cuatro categorías, no se encontraron diferencias significativas ($\chi^2_3 = 2.20$; $P = 0.53$). La mediana de salida para las HAD2 fue el 26 de febrero y para las HAD1 fue el 6 de marzo. En cuanto a la mediana de salida de los MAD2 fue el 27 de febrero, mientras que para los MAD1 fue un día después (Figura 9.6).

DISCUSIÓN

Tasas de retorno general

En la literatura se ha registrado que *Calidris mauri* exhibe tasas de retorno superiores al 50% tanto a sus zonas de reproducción (Holmes 1972) como a las áreas de invernación (Fernández *et al.* 2001). Estudios realizados al norte de la península de Baja California (estero Punta Banda 31°N) mostraron que *C. mauri* presentó una tasa de retorno baja (30%; Fernández *et al.* 2001). Este comportamiento se atribuyó a que el estero Punta Banda puede estar por debajo de la calidad promedio como sitio de invernación (Fernández *et al.* 2003). La tasa de retorno general de *C. mauri* a Chametla (38%), fue mayor a la observada en el estero Punta Banda (Fernández *et al.* 2001), sobre todo al considerar que este último autor tomó en cuenta a las aves vistas una sola vez en sus análisis. Lo que indica que Chametla está por arriba de la calidad del estero Punta Banda como sitio de invernación.

Los factores que pueden favorecer la fidelidad de *C. mauri* a Chametla, son: (1) sus características de humedal costero (Skagen y Knopf 1993), mismas que son similares a la observada en otros humedales utilizados como zonas de invernación, donde también exhiben altas fidelidades (Warnock y Takekawa 1996); (2) la posición geográfica del humedal, ya que es el único en la porción sur de la península (Massey y Palacios 1994), lo que lo convierte en un lugar clave; (3) el riesgo de depredación, que está relacionado con la abundancia de depredadores y la fisiografía del lugar, por ejemplo, la presencia de árboles y

arbustos reducen la visibilidad de los playeros permitiendo a los depredadores atacar de forma sorpresiva (Cresswell 1996). Chametla es una playa abierta, con escasa vegetación, probablemente por lo anterior, los ataques fueron poco frecuentes ya que durante las 57 salidas de campo sólo se registraron cuatro ataques (dos exitosos), todos ellos involucraron al halcón peregrino (*Falco peregrinus*); (4) el área disponible de alimentación, pues los patrones de mareas de la zona incrementan sus intervalos del otoño al invierno (Grivel y Grivel 1991); y (5) el tipo de sustrato, ya que a lo largo del perímetro interno de la Ensenada de La Paz, sólo en Chametla se encuentran sustratos lodosos (Palacios 1988), los preferidos por *C. mauri* (Wilson 1994).

Tasa de retorno por sexo

La diferencia en las tasas de retorno por sexos tiene relación con el patrón de segregación latitudinal que presenta *C. mauri* durante el periodo no reproductivo; en el cual los machos son más abundantes en la parte norte de la distribución invernal (Nebel *et al.* 2002).

Se han planteado diferentes hipótesis para explicar las ventajas de una segregación por sexos durante el período invernal: Myers (1981) propuso tres hipótesis: (1) la competencia por recursos obliga al sexo subordinado (las hembras) a invernar más al sur; (2) los individuos de un sexo, generalmente los machos, obtienen ventaja al invernar al norte de la distribución, porque la selección sexual favorece a los que llegan primero a las áreas de reproducción y (3) las diferencias fisiológicas relacionadas al tamaño corporal, permiten al

sexo que tiene la talla más grande (las hembras) tolerar climas más severos. Dado que los machos de esta especie arriban primero a las áreas de reproducción, parece probable que *C. mauri* se apegue a la segunda hipótesis (Holmes 1972, Warnock y Bishop 1998), aunque no necesariamente se excluyen las otras dos posibilidades.

Por su parte Nebel y Ydenberg (2005) atribuyeron la segregación latitudinal a la distribución global de los depredadores. Es decir, dado que la probabilidad de escape disminuye cuando aumenta la masa corporal, las hembras de mayor talla tenderán a invernar en regiones más sureñas, donde a juicio de estos autores se presentan las menores densidades de depredadores. Por otro lado, Nebel *et al.* (2002) plantean que la segregación latitudinal por sexos está relacionada con las diferencias en el tamaño del culmen entre machos y hembras, pues el bentos en el sur, según estos autores, se encuentra a mayor profundidad. Estas dos últimas hipótesis tienen sendos problemas, pues en el primer caso, no se presentan datos que apoyen la mayor probabilidad de depredación en áreas norteñas y en la segunda, no existe un análisis de la profundidad de ubicación de las presas. Independientemente de la razón, la baja tasa de retorno de las hembras se debe a que éstas utilizan la Ensenada de La Paz preferentemente como un área de paso.

Tasa de retorno por grupo de edad

Diversos estudios en playeros durante el período no reproductivo han evidenciado que existen tasas de mortalidad mayores para las aves juveniles

(Kus *et al.* 1984, Evans y Pienkowski 1984, Warnock *et al.* 1997). Sin embargo, en el trabajo presente, los dos grupos de edad considerados (AD1 y AD2) ya superaron la etapa crítica (la transición de juvenil a adulto), por lo que presumiblemente no se encontraron diferencias significativas en sus tasas de retorno. Aunque los adultos de más de dos años tendieron a regresar en mayor proporción que los adultos de primer año (0,40 y 0,36), lo que permite sugerir que los primeros presentan mayores tasas de supervivencia.

Abundancia y Fecha de salida

Abundancia

Las bajas abundancias de *C. mauri* durante la migración de otoño fueron similares a lo reportado en estudios anteriores realizados en la zona (Fernández *et al.* 1998, Galindo 2003). Durante el período invernal, contrario a lo reportado en la literatura (Myers 1981), en la Ensenada de La Paz se ha observado recurrentemente un incremento en las abundancias (enero y febrero; Brabata 2001, Galindo 2003, este trabajo), época en la que se supone que las poblaciones de aves están estables (Fernández *et al.* 1998, Carmona *et al.* 2004). Este incremento aparentemente se relaciona con movimientos regionales de la especie (Brabata 2001), se ha sugerido que existe un comportamiento "nómada" de una fracción de la población, en la que se encuentran mejor representados los machos de más de dos años (Fernández *et al.* 2001). Otra explicación no excluyente es que recientemente se ha indicado que la abundancia de presas en Chametla alcanza su mayor biomasa en

febrero (Morales-Gopar 2007), lo que ayudaría a explicar la llegada de aves a la zona durante el invierno.

La migración al norte no fue evidente, como se ha registrado recurrentemente para la zona (Fernández *et al.* 1998, Brabata 2001, Galindo 2003), en contraste con lo observado en sitios más norteños como la Bahía de Humboldt (Colwell 1994). Lo que sugiere un escaso arribo de individuos de zonas más sureñas a la porción sur de la península, como ha sido propuestos para las aves playeras en general (Carmona *et al.* 2004).

Fecha de salida

La estrecha relación entre la partida de las aves etiquetadas y la disminución en la abundancia observada, indica que dichas aves pueden considerarse una muestra representativa de la fracción poblacional que utilizó el humedal de Chametla. Diferentes estudios resaltan que en la migración al norte, los machos son los primeros en detectarse en latitudes norteñas cercanas a las áreas de reproducción (Senner *et al.* 1981, Butler *et al.* 1987) y en arribar a dichas zonas (Holmes 1972, Warnock y Bishop 1998), debido a la importancia de adquirir buenos territorios para anidar. Sin embargo, los resultados obtenidos en el trabajo presente indican que no hubo diferencias en las fechas de partida atribuibles al sexo y/o al grupo de edad.

Para los sitios de paso el único trabajo que muestra diferencias en los tiempos de permanencia atribuibles al sexo, con lapsos menores para los machos, fue realizado tan al norte como el Delta del Río Cooper, prácticamente adyacente a

las áreas de reproducción (Warnock y Bishop 1998). Lo anterior sugiere que al menos para las aves que invernán en la península de Baja California, la separación por sexos se da en sitios más norteños, cercanos a las zonas de anidación.

Por otra parte, las fechas de partida observadas en Chametla (este estudio) y Punta Banda (Fernández *et al.* 2001), son acordes con los registros de otros sitios más norteños, como: Laguna Bolinas, California, donde la migración de primavera inicia a finales de marzo y termina a finales de mayo, con el máximo de aves registrado en la tercera semana de abril (Page *et al.* 1979) y Columbia Británica, donde esta migración va de mediados de abril a mediados de mayo (Butler *et al.* 1987). Sin embargo, las fechas de partida observadas en Chametla pueden considerarse tempranas, de hecho, al menos los machos invernantes de la Ensenada de La Paz, salieron dos semanas antes que los de Punta Banda (Fernández *et al.* 2001), lo que es acorde con la posibilidad de que las fechas de partida se adelanten conforme se incrementa la distancia entre las zonas de reproducción y las de invernación (Delgado y Butler 1993). Lo anterior permite suponer que las aves que invernaron en la porción sur de la península recorren la misma en un período aproximado de 15 días, dada la capacidad de vuelo de esta especie (Wilson 1994), estas aves aparentemente realizan diferentes paradas a lo largo de los humedales costeros peninsulares.

CONCLUSIONES

- 1) La tasa de retorno general fue 38%, cifra aparentemente alta para la región en cuestión, sobre todo al considerar que no fueron tomadas en cuenta las aves con un solo registro; lo que indica una calidad alta de Chametla como sitio de invernación.
- 2) Los machos presentaron mayores tasas de retorno y no hubo efecto por la edad. El predominio de los machos se relaciona con su segregación latitudinal por sexos.
- 3) Las tasas de avistamiento menores se presentaron para aves etiquetadas en otoño, como un reflejo de su fidelidad a otras zonas de invernación.
- 4) La mediana de salida de las aves anilladas en Chametla fue el 28 de febrero, sin diferencias por sexo o edad. Lo que indica que la segregación que ocasiona la llegada temprana de los machos a los sitios de reproducción se produce en sitios más norteños.
- 5) Dada la diferencia en las fechas de salida entre la Ensenada de La Paz y Punta Banda, las aves recorren la península en primavera en un período cercano a 15 días.

Tabla IX.1 Grupos homogéneos de la tasa de retorno con base en el mes de captura de *Calidris mauri*.

Mes	Tasa	Grupos homogéneos
Septiembre	0.19	x
Agosto	0.24	x x
Febrero	0.41	x x
Noviembre	0.42	x x
Diciembre	0.46	x x
Octubre	0.49	x
Marzo	0.50	x
Enero	0.66	x

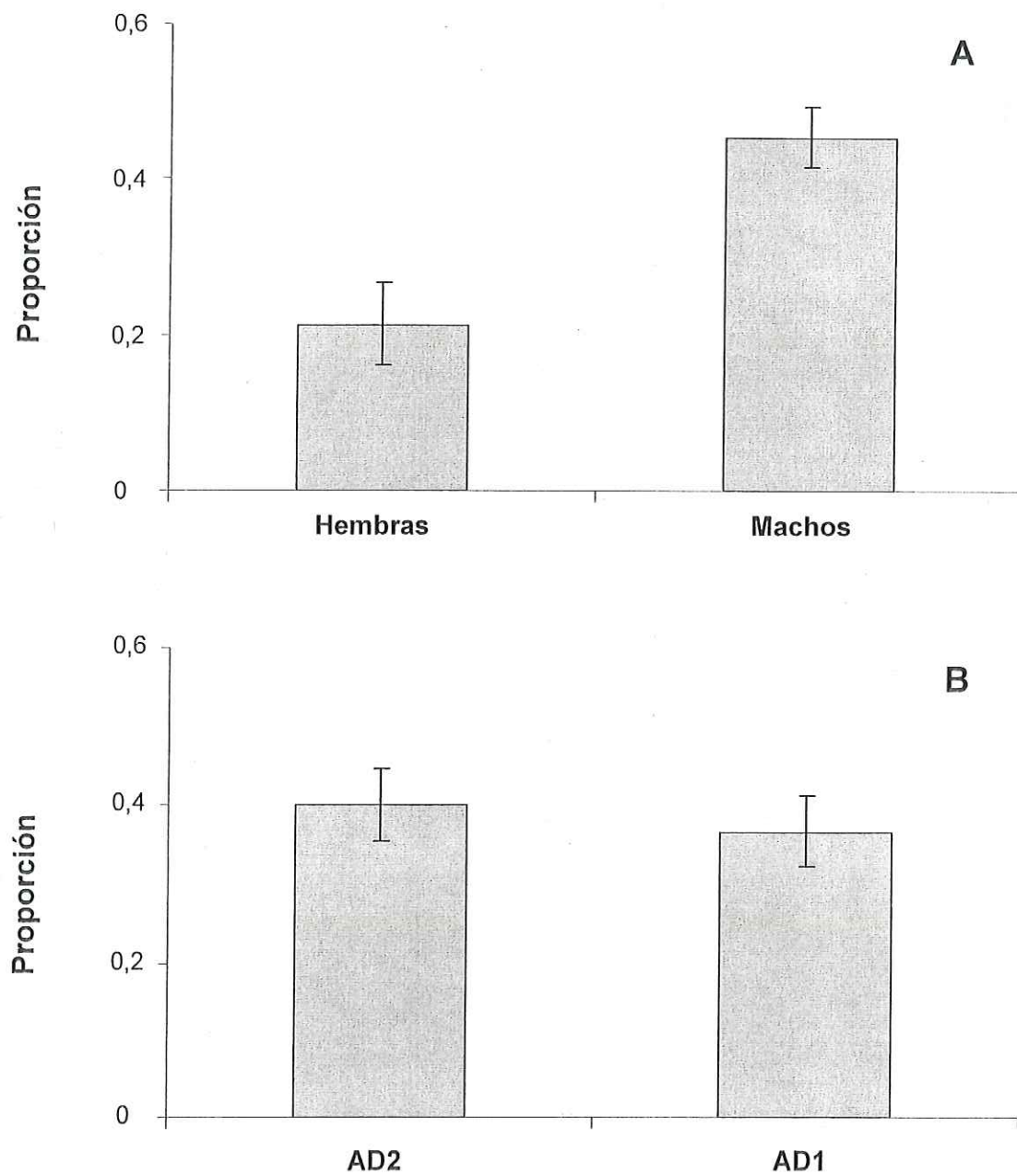


Figura 9.1 (A) Tasa de retorno por sexos y (B) Tasa de retorno por grupo de edad de *C. mauri* a Chametla.

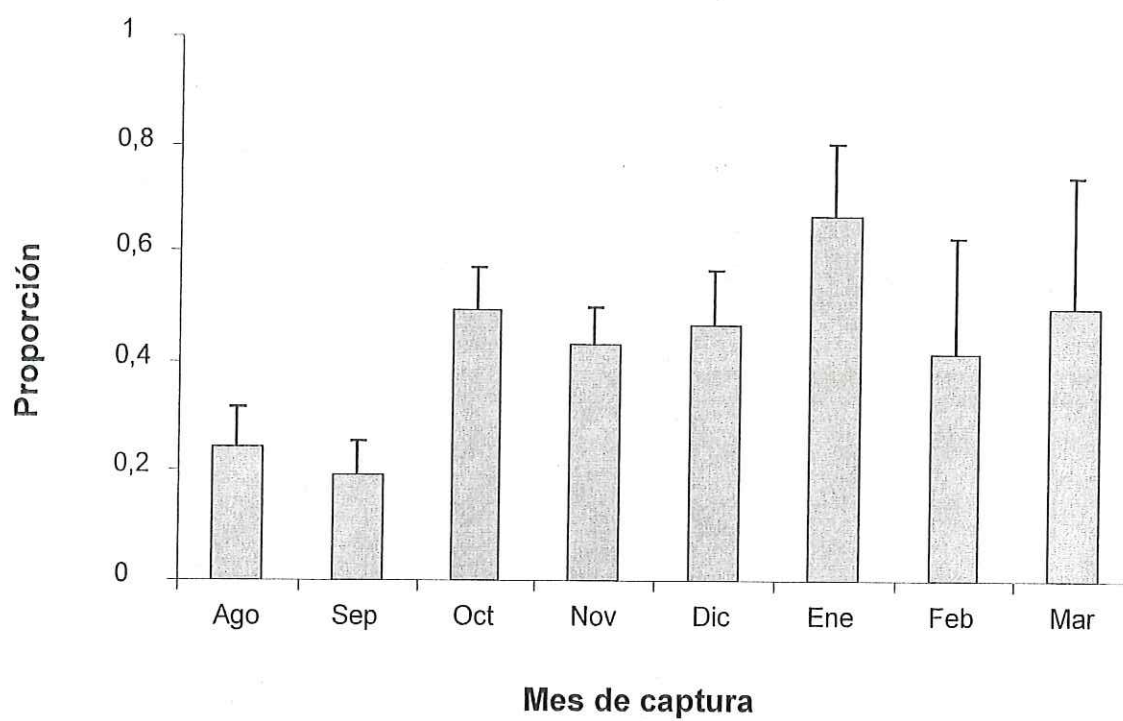


Figura 9.2 Tasa de retorno general con base en el mes de captura de *C. mauri* en Chametla

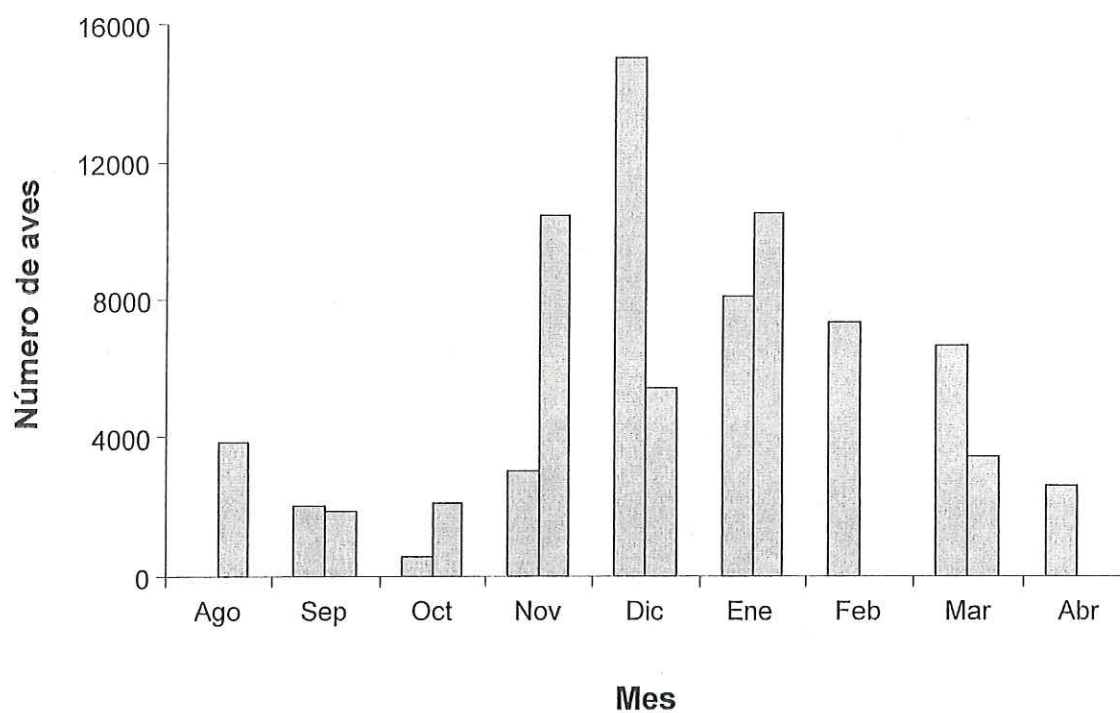


Figura 9.3 Abundancia de *C. mauri* en Chametla. Las barras representan la primera y segunda quincena de cada mes.

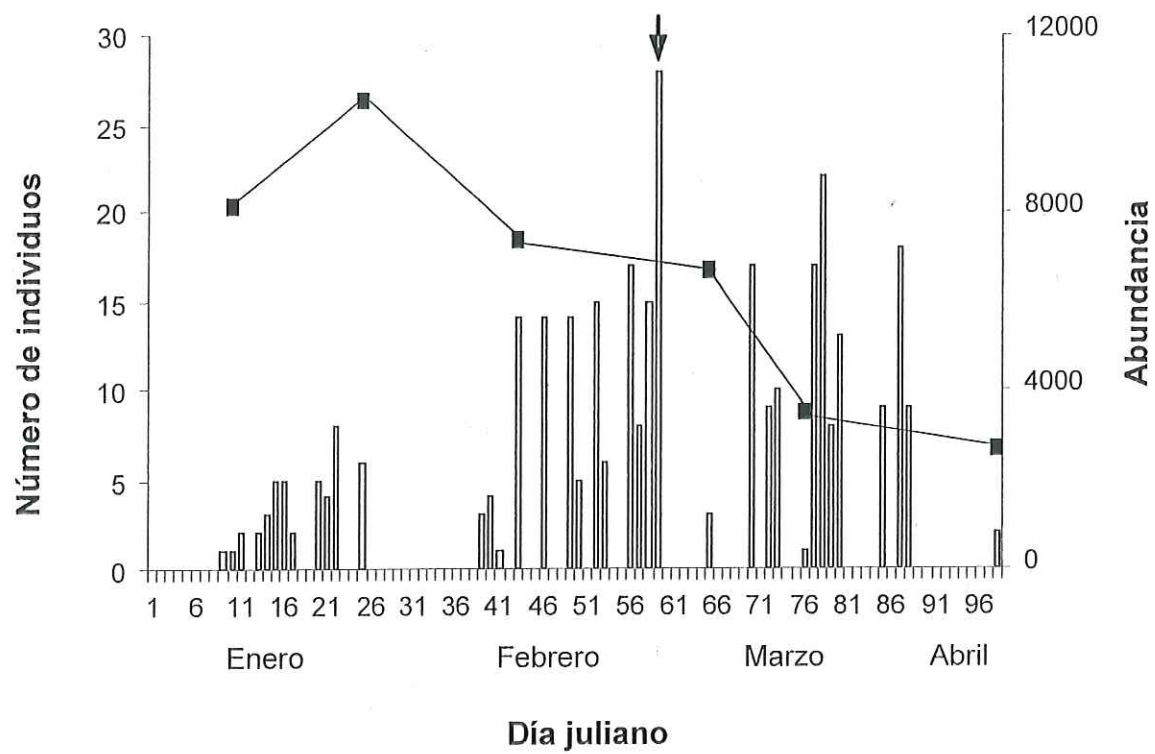


Figura 9.4 Distribución de la fecha de salida de *C. mauri* y la abundancia de aves en Chametla. La mediana de salida se indica con una flecha.

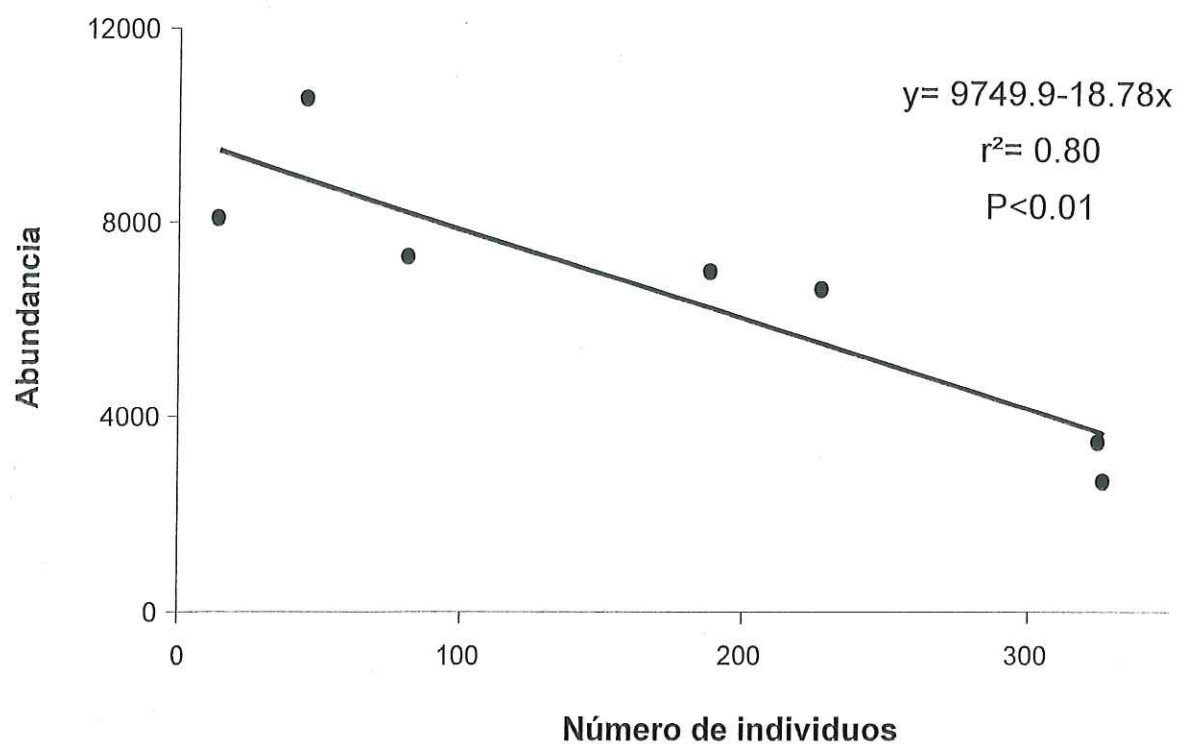


Figura 9.5 Relación entre el número de individuos anillados que abandonaron Chametla y la abundancia observada en la zona.

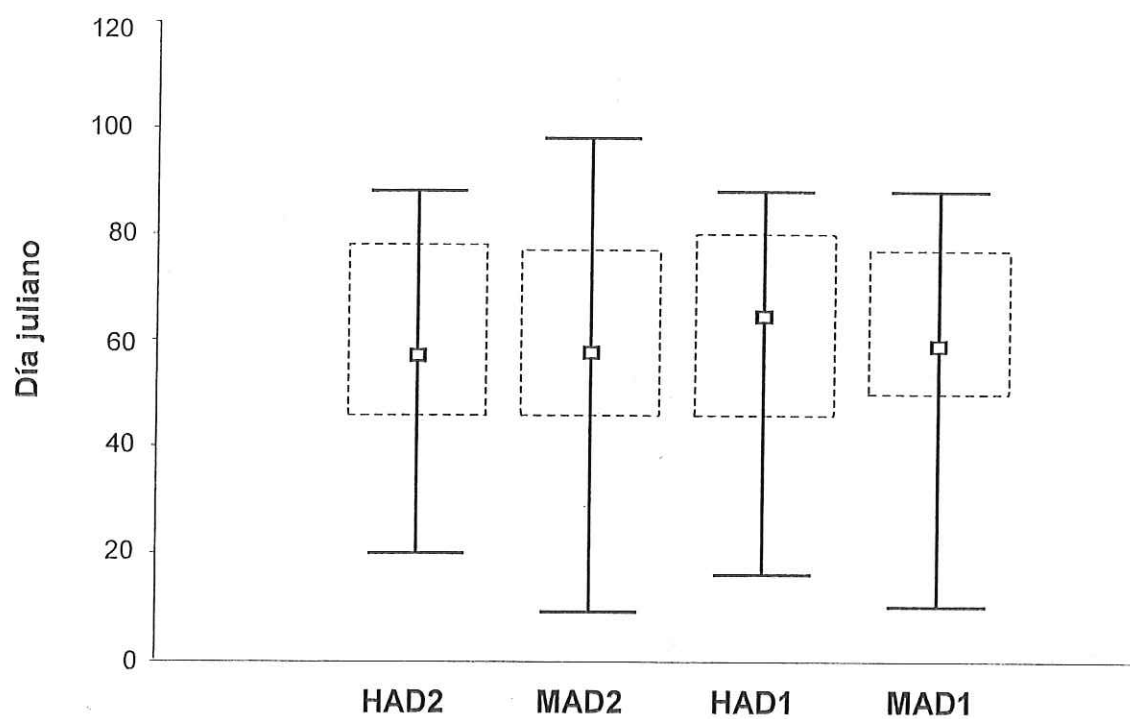


Figura 9.6 Fecha de salida para las cuatro categorías de *C. mauri* en Chametla. Se muestra la mediana ($\square$), el 50 % de las observaciones (línea ----) y los valores mínimo y máximo registrados ($|$).

CAPÍTULO 10

USO ESTACIONAL POR AVES PLAYERAS MIGRATORIAS DE LA PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA

Uso estacional por aves playeras migratorias de la Península de Baja California

RESUMEN

La mayoría de las especies de aves neárticas realizan migraciones estacionales a latitudes medias y bajas a través de tres principales corredores: Pacífico, Continental y Atlántico. El más concurrido es el Pacífico, donde se ubica la península de Baja California. En diferentes puntos de esta región peninsular han sido detectados los siguientes patrones de abundancia para las aves playeras: (1) abundancias muy bajas durante el verano; (2) incrementos muy notorios durante el otoño; (3) descensos y estabilidad durante el invierno y (4) sólo ligeros repuntes durante la primavera. En contraste, en California la migración de primavera presenta abundancias, al menos tan elevadas, o más, que las de otoño. El presente análisis plantea un uso diferencial (otoño y primavera) de la península. Es decir, en otoño los grupos migratorios (norte-sur) al llegar a las zonas del sur de California y Alto Golfo, se bifurcan hacia la costa de Sonora y en ambas costas de la península. Así, el incremento observado en Baja California se relaciona con el paso de estos grupos; algunos de ellos continúan su migración, mientras que otros invernán en el área. Al realizarse los movimientos primaverales (sur-norte), las aves invernantes se mueven a lo largo de la península, lo que se relaciona con el ligero repunte de primavera, pero las aves que retornan desde el sur por la costa continental no pasan por la región peninsular, sino que continúan por las extensas zonas de humedales de Sinaloa y sur de Sonora. Lo anterior explica la abundancia incrementada en primavera para dichas zonas, pero no detectada en la región peninsular.

PALABRAS CLAVE: Aves playeras, migración, California, península de Baja California.

INTRODUCCIÓN

Uno de los grupos más abundantes entre las aves acuáticas migratorias es el de los playeros. En la región Neártica, este grupo está representado básicamente por cuatro familias: Haematopidae, Recurvirostridae, Charadriidae y Scolopacidae (Hayman *et al.* 1988, A.O.U. 1998). De las 49 especies de aves playeras que se reproducen en esta región, 40 de ellas migran durante el invierno a sitios templados y tropicales de México, Centro y Sudamérica (Myers *et al.* 1987).

En un área típica funcionado como zona de paso e internación, se esperaba observar abundancias bajas durante verano, ya que es el período cuando las aves se están reproduciendo en el norte; en otoño se manifiestan incrementos notorios pero altamente oscilantes que reflejan el paso dinámico de organismos hacia sus áreas de internación más sureñas; en invierno, ya con una disminución y estabilización de los números por efecto de las aves internando en el área; y finalmente, en primavera una notoria elevación numérica por la concurrencia de individuos que se mueven hacia sus sitios de reproducción en el norte (Cox 1985, Paulson 1993).

En la porción norte del continente americano las aves utilizan tres grandes rutas, denominadas corredores migratorios: Pacífico, Transcontinental y Atlántico (Myers *et al.* 1987). Por el número de aves que lo utilizan, el más importante es el Corredor Migratorio del Pacífico (Myers *et al.* 1987). En este

corredor se ubica la península de Baja California, la cual tiene una longitud de 1,600 km, con una anchura promedio de 100 km.

Durante los últimos 10 años se ha generado información sistematizada para diferentes puntos de la región (e.g. Palacios *et al.* 1991, González 1996, Carmona y Danemann 1998), destacando en número los trabajos realizados en los extremos peninsulares.

A partir de la información sobre abundancias generada recientemente en la península de Baja California, surge la observación que es la base del trabajo presente, pues diferentes investigaciones coinciden en la escasa importancia del paso migratorio de primavera (Carmona 1997, Fernández *et al.* 1998, Carmona y Danemann 1998). En contraste con el claro paso migratorio de otoño, con fuertes oscilaciones y números altos de aves, al que le sigue un invierno numéricamente estable, y un verano con abundancias marcadamente bajas. En el presente, se plantea una hipótesis que explica la forma de utilización de la península por parte de las aves playeras en las diferentes estaciones del año.

ÁREA DE ESTUDIO

Este trabajo abarca la costa sudoccidental de Estados Unidos de América y la porción noroccidental de la República Mexicana (Figura 10.1). Particularmente, incluye información de la **Bahía de Humboldt** al norte de California, el **Valle Central** en la parte media del mismo estado, **Punta Banda** en el extremo

noroeste de la península de Baja California, **Guerrero Negro** en la porción media occidental de la península y la **Ensenada de la Paz** al sureste peninsular. Latitudinalmente las áreas se ubican entre los 41°N y los 24°N (Figura 10.1).

La cobertura geográfica del estudio incluye a la zona de clima Mediterráneo (California y noroeste de la península) y la zona de los grandes desiertos peninsulares (debajo de los 30°). Sólo los extremos peninsulares presentan climas menos rigurosos (García 1964), mediterráneo en el norte y subtropical en la región del Cabo. El clima mediterráneo se caracteriza por el predominando de lluvias de invierno, mientras que en los desiertos de la península llueve en verano, en asociación con la época de ciclones (Coria 1997).

En California existen, al menos, tres amplias bahías: Humboldt, San Francisco y San Diego (Peinado *et al.* 1995). Por su parte, en la costa del Pacífico de la península se presentan tres grandes sistemas lagunares: Ojo de Liebre-Guerrero Negro, Laguna San Ignacio y Bahía Magdalena, mientras que a lo largo del golfo predominan las playas arenosas y los cantiles rocosos (Massey y Palacios 1994). Solamente en la porción sudoriental de la península se localiza una laguna costera, la Ensenada de La Paz, al sur de la bahía del mismo nombre (Carmona *et al.* 1994).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una búsqueda de trabajos en la región que describieran la distribución temporal de aves playeras en algunos humedales de la costa del Pacífico de la Alta y Baja California. Dicha búsqueda resultó en la selección de seis investigaciones que incluyeron a todas las especies de aves playeras, y a su vez efectuadas entre 1991 y 1998 (Palacios *et al.* 1991, Colwell 1994, González 1996, Carmona 1997, Carmona y Danemann 1998, Shuford *et al.* 1998). Para Punta Banda, un humedal ubicado en el noroeste de la península, se tienen dos grupos de datos (Palacios *et al.* 1991, González 1996), el primero incluyó siete meses del año, mientras que el restante abarcó un ciclo anual.

Una vez seleccionada la información, se contó con datos de cinco áreas: Bahía de Humboldt en la parte norte de California (38°N, Colwell 1994); Valle Central en el mismo estado anterior (35°N, Shuford *et al.* 1998); Estero de Punta Banda en la región pacífico-norte de la península (31° 30' N, Palacios *et al.* 1991; González 1996); Guerrero Negro, en la porción media occidental de la península (28°N, Carmona y Danemann, 1998) y la Ensenada de La Paz, en el extremo sudoriental de la misma península (24°N, Carmona 1997).

Debido a la naturaleza y objetivos diferentes de los seis estudios aquí seleccionados (ver Tabla X.1), no fue posible homogeneizar el número de censos estacionales en cada caso. De hecho, algunos de ellos incluyeron al menos un censo mensual, pero no abarcaron todo un año (Palacios *et al.* 1991, Colwell 1994, Shuford *et al.* 1998). Otro también de periodicidad mensual, sí

incluyó un ciclo anual (Carmona y Danemann 1998). Uno consistió en 24 recorridos quincenales (Carmona 1997) y en uno más se llevaron a cabo visitas semanales por un año (González 1996). Además, dos de ellos incluyeron más de un censo por mes (Colwell 1994, Shuford *et al.* 1998). Por último, en el trabajo de Colwell (1994), el número de localidades visitadas fue variable.

Debido a esta heterogeneidad, fue necesario estandarizar la información en la medida de lo posible. Se determinaron promedios mensuales para aquellas zonas con más de un censo mensual. Además, con la finalidad de realizar comparaciones directas, las abundancias mensuales fueron expresadas en porcentajes, considerando la abundancia acumulada de la localidad en cuestión como el 100%. Previamente, en el caso del estudio de Colwell (1994), la abundancia se estandarizó en función del número de localidades visitadas. Aún con este procedimiento, quedaron diferentes vacíos en los grupos de datos (Tabla X.1). Por lo anterior, se repitió el ejercicio, pero esta vez agrupando los datos por estaciones del año. El agrupamiento incluyó: invierno (diciembre a febrero), primavera (marzo y abril), verano (mayo y junio) y otoño (julio a noviembre) (Colwell 1994, Shuford *et al.* 1998). Pese a este nuevo arreglo quedaron sin representar el verano para la Bahía de Humboldt y para el Valle Central.

En lo referente a los análisis estadísticos, inicialmente fueron comparados los dos grupos de datos existentes para Punta Banda (Palacios *et al.* 1991, González 1996). Para lo cual se determinaron las abundancias relativas de

ambos trabajos, para los meses que abarcó la investigación de Palacios *et al.* (1991). Estas fueron contrastadas mediante una prueba de independencia Ji-cuadrada ($\alpha=0.05$; Zar 1999). Posteriormente, se aplicaron dos series de pruebas de independencia, en una de ellas se compararon las cinco localidades, excluyendo el verano (dado que no se cuenta con esta información para el Valle Central y la Bahía de Humboldt), en el otro se analizaron las tres zonas para las cuales se contó con información de las cuatro estaciones. En ambos casos, de ser rechazada la hipótesis de independencia en la primera comparación, se determinó la zona que más contribuyó a este rechazo, misma que fue retirada del análisis, repitiendo este proceso hasta que la hipótesis fuera aceptada. Formando así un primer grupo homogéneo. Adicionalmente, las zonas excluidas del análisis inicial fueron comparadas entre sí, reiniciando el procedimiento ($\alpha=0.05$, en todos los casos; Zar 1999).

RESULTADOS

Para la abundancia relativa estacional por zona en el área de estudio (Figura 10.2), se aprecia que en la Bahía de Humboldt los valores mayores se registraron a finales de otoño (noviembre) y durante la primavera (abril); en ambas estaciones, las abundancias presentaron valores similares. Invierno (febrero) se caracterizó por bajas abundancias (Figura 10.2A). En el Valle Central, se registraron abundancias medias en otoño (noviembre), abundancias altas en invierno (enero) y con máximos valores en primavera (abril, Figura 10.2B). En Punta Banda, se detectó una mayor homogeneidad en las

abundancias, con repuntes ligeros en otoño (octubre y noviembre) y primavera (marzo) y una clara disminución en verano (mayo y junio; Figura 10.2C). En Guerrero Negro se observó la mayor abundancia relativa en otoño (agosto y septiembre), seguida de una disminución y estabilización en invierno (diciembre a febrero) y solamente un ligero aumento en primavera (abril; Figura 10.2D). En lo referente a la Ensenada de La Paz, se notó que las abundancias relativas máximas se ubicaron en otoño (septiembre y octubre) y en invierno (enero), sin incremento en primavera (marzo y abril; Figura 10.2E).

En lo referente a las abundancias relativas por estación del año (Figura 10.3), siguiendo el orden anterior, en la Bahía de Humboldt se observaron valores máximos durante los períodos de migración (primavera y otoño), con una disminución pequeña en el invierno (Figura 10.3A). En comparación, el Valle Central registró una abundancia en primavera semejante a la anterior; empero presentó abundancias mayores en invierno con respecto al otoño (Figura 10.3B). En Punta Banda se observaron abundancias altas en primavera, seguidas de una notoria disminución en verano, un ligero aumento en otoño y un incremento pronunciado en invierno: en el verano se presentaron abundancias bajas del orden del 8% (Figura 10.3C). En Guerrero Negro, los valores de abundancia en primavera fueron modestos (menores al 20%), mientras que en otoño se alcanzó el máximo, seguido de un invierno también con porcentajes altos; en el verano se registró una abundancia relativa sensiblemente menor que la de Punta Banda (Figura 10.3D). Por su parte, en la

Ensenada de La Paz, se notaron abundancias muy bajas en primavera, con valores aún menores que en Guerrero Negro para el verano, y abundancias en otoño muy semejantes a las del invierno (Figura 10.3E).

En lo referente a las comparaciones cuantitativas, fue posible considerar similares los datos generados para Punta Banda tanto por Palacios *et al.* (1991) como por González (1996) ($X_{25} = 3.87$, $P = 0.43$). Considerando que el estudio de González (1996) cubrió un mayor intervalo de tiempo, en lo sucesivo al hablar de Punta Banda se referirá a los datos aportados por este trabajo.

En la comparación entre la abundancia relativa estacional de las cinco zonas donde se excluye el verano (Tabla X.2), se determinó que éstas no pueden ser consideradas iguales. Las áreas que más contribuyeron a esta decisión fueron inicialmente la Ensenada de La Paz y posteriormente Guerrero Negro. Una vez removidas del análisis las localidades antes citadas, el grupo restante (Bahía de Humboldt, Valle Central y Punta Banda) pudo ser considerado homogéneo (Tabla X.2). La comparación entre Guerrero Negro y la Ensenada de La Paz, indicó que estas dos zonas pueden ser consideradas iguales (Tabla X.2). Resumiendo lo anterior, se tienen dos grupos homogéneos, el de las regiones norteñas (Bahía de Humboldt, Valle Central y Punta Banda) y el de las sureñas peninsulares (Guerrero Negro y Ensenada de La Paz).

Al analizar los resultados de las tres zonas mexicanas, incluyendo el verano, se observó un patrón similar (Tabla X.3), donde inicialmente se diferenció Punta Banda, para poder considerar iguales a Guerrero Negro y la Ensenada de La

Paz (Tabla X.3). El patrón evidenciado anteriormente se conserva, formándose dos "grupos", el del norte (Punta Banda) y el del sur peninsular (Guerrero Negro y la Ensenada de La Paz).

DISCUSIÓN

Sería deseable contar con, al menos, abundancias mensuales para todo un año en las diferentes zonas de estudio, e incluso ampliar temporal y espacialmente la cobertura de los censos. Pese a que esto no fue posible, se cuenta con información que abarca ciclos anuales para tres localidades (Punta Banda, Guerrero Negro y Ensenada de La Paz), por lo que los datos son sólidos en este sentido. Por otra parte, es claro que este trabajo no pretende centrar su análisis en las abundancias reales de cada zona, pues lo que trata de analizar son tendencias y patrones. Es decir, no interesa cuantas aves existen exactamente en una localidad-tiempo, sino cual es la proporción de utilización para esa zona en ese momento. Desde esta perspectiva, los datos con lo que se cuenta, son confiables. Incluso, considerando el arreglo estacional, sólo a dos zonas-estación no fue posible asignarles datos (verano para Bahía de Humboldt y Valle Central), pues los esfuerzos ornitológicos en Estados Unidos se centraron en la época de los movimientos migratorios y la invernación (Colwell 1994, Shuford *et al.* 1998).

Durante los meses de mayo y junio, se alcanzaron los valores porcentuales mínimos de abundancia, pues es cuando las aves se están reproduciendo en las áreas más septentrionales (Page *et al.* 1979, Rappole *et al.* 1993); entre julio

y noviembre, a lo largo de la península van quedando grupos que pasarán los meses de invierno (enero a marzo) en estas áreas, sobretodo en los grandes complejos lagunares de su costa pacífica, Guerrero Negro-Ojo de Liebre, Laguna San Ignacio y Bahía Magdalena (Massey y Palacios 1994, Carmona y Danemann 1998). Entre abril y mayo no se observó un incremento drástico en Guerrero Negro y la Ensenada de La Paz. Sin embargo, en el primero, en el mes de abril se notó un pequeño pero claro repunte; el cual probablemente se relacione con el paso por el área de los grupos que invernaron más al sur dentro de la misma península.

En relación al patrón por estación del año, lo dicho anteriormente se refuerza, pues es evidente que la migración de primavera se hace más tenue conforme se avanza, en dirección norte-sur, dentro de la península; lo anterior, indica una relación directa entre su nivel de uso y la latitud. Por su parte, la importancia del verano en las diferentes zonas se comporta de la misma forma, aunque con abundancias inferiores, lo cual indica que la proporción de organismos que veranean en áreas de invernación se incrementa conforme éstas últimas están más cercanas a las zonas de reproducción (McNeil *et al.* 1994). El otoño y el invierno, aunque de importancias variables, en todas las áreas tienen abundancias porcentuales importantes.

De los análisis estadísticos se infiere la formación de dos grupos: (1) las áreas norteñas, donde pasarían todas las aves tanto en otoño como en primavera, en esta última, provenientes tanto del interior de la península como del macizo

continental; y (2) las zonas peninsulares sureñas, por donde sólo pasarían grupos en el otoño, mientras que en primavera exclusivamente serían utilizadas por las aves que invernaron en la región.

Así, la hipótesis propuesta en este trabajo plantea un uso diferencial (otoño y primavera) de la península. Es decir, en otoño los grupos migratorios (norte-sur) que vienen migrando a lo largo de la costa, al llegar a las zonas del sur de California y Alto Golfo, tienen dos rutas a seguir: continuar moviéndose por la costa del macizo continental ó hacerlo a lo largo de la península. Las aves se separarán en dos grupos (Figura 10.4; otoño). De esta forma, el incremento otoñal observado en Baja California se relaciona con el paso del grupo que utiliza sus costas; algunos de ellos continúan su migración hacia el sur, mientras que otros invernán en el área. Al realizarse los movimientos primaverales (sur-norte), las aves invernantes en las zonas peninsulares se mueven a lo largo de éstas, lo que se relaciona con el ligero repunte de primavera. Pero las aves que continuaron su migración, es decir, que invernaron en regiones más sureñas y que vienen moviéndose por la costa continental, no pasarían por la región (Figura 10.4, primavera), ya que sería difícil suponer un salto que les permitiera encontrarse con la península, al considerar la "poca necesidad" de esto, debido a la presencia de extensas zonas de humedales existentes en Sinaloa y el sur de Sonora (Engilis *et al.* 1998) que permiten una conectividad de hábitat.

Para la zona Sur de la península, durante la primavera y ante la ausencia de aves que invernaron en el continente, no existen porcentajes altos en las abundancias. Pero a medida que se incrementa la latitud, es muy probable que se detecte el paso de las aves invernantes a lo largo de la zona. De ahí que exista un incremento en los números de primavera a medida que se avanza hacia el norte de la región (ver abril en Guerrero Negro y Punta Banda).

Por lo anterior, se plantea que durante el otoño en el extremo norte de la península existe una separación en las bandadas de aves migrantes, una parte de ellas continúan su migración a lo largo del macizo continental, mientras que las otras lo hacen a través de la península; en ambos casos, a medida que pasan por la región, van quedándose grupos invernantes en las diferentes zonas. Las aves que continúan la migración llegarán al final de la península y, eventualmente, cruzarán el Golfo de California a fin de reunirse con las que migraron por la costa continental (Figura 10.4, otoño). Mientras que en la primavera, a través de la península, es probable que sólo se detecten los grupos que invernaron en ella. Por lo que existe una relación directa entre la notoriedad de este paso migratorio y la latitud. Es de suponerse que en estos movimientos no exista una conexión entre las aves que migran por el continente y la península, por lo que la reunión de los dos grupos se realizaría hasta el extremo septentrional de la península, para de ahí continuar hacia sus zonas de reproducción (Figura 10.4, primavera). Por lo que en estas regiones, la época

de mayor abundancia es precisamente la primavera (Colwell 1994, Shuford *et al.* 1998).

Los resultados aquí presentados, permitirían dirigir recursos materiales y humanos, diferencialmente en función a la época del año. Por tanto, se recomienda centrar las medidas de conservación en las temporadas otoño-invierno, de la parte media de la península hacia el sur. Mientras que en su parte norte, se recomienda incrementar el esfuerzo en invierno-primavera. Es evidente que para probar esta hipótesis sería conveniente analizar los datos, al menos, para las especies más abundantes y tratar de evidenciar un criterio para la supuesta separación otoñal de las aves.

En suma, la península de Baja California forma parte importante de la ruta migratoria de otoño para las aves playeras, además grupos numéricamente altos invernán en ella, pero está aislada durante la migración de primavera.

CONCLUSIONES

1. Existen dos comportamientos referentes a la abundancia temporal de aves playeras en los humedales de California y la península de Baja California, el de las áreas norteñas donde las aves pasan tanto en otoño como en primavera y el de las zonas peninsulares sureñas, utilizadas sólo en otoño.
2. Es decir, durante el otoño en el extremo norte de la península la bandadas se separan, una parte migra por las costas continentales, mientras que las otras lo hacen a través de la península.

3. En primavera en la península sólo se detectan los grupos que invernaron en ella. Aparentemente no existe conexión entre las aves que migran por el continente y las que lo hacen por las costas peninsulares, por lo que la reunión de ambos grupos se realizaría al norte de la península.

Tabla X.1 Número de censos con los que se cuenta por mes y por localidad, en cada estudio. Entre paréntesis se indica el año de realización (1900+) y en el caso de Colwell (B), el número de sitios visitados. ND=No disponible.

Mes	A	B	C	D	E	F
Enero	2 (89)	ND	3 (90)	2 (97)	1 (96)	1 (93) 1 (94) 1 (95)
Febrero	2 (89)	1 (91), 37 1 (92), 32 1 (93), 30	3 (90)	2 (97)	1 (96)	ND
Marzo	2 (89)	ND	3 (90)	2 (97)	1 (96)	ND
Abril	3 (89)	1 (91), 30 1 (92), 26 1 (93), 27	4 (90)	2 (97)	1 (96)	1 (92) 1 (93) 1 (94)
Mayo	ND	ND	3 (90)	2 (97)	1 (96)	ND
Junio	ND	ND	3 (90)	2 (97)	1 (96)	ND
Julio	ND	ND	3 (90)	2 (97)	1 (96)	ND
Agosto	ND	1 (91), 22 1 (92), 29	3 (90)	2 (97)	1 (96)	1 (92) 1 (93) 1 (94)
Septiembre	ND	1 (90), 32	3 (89)	2 (97)	1 (96)	ND
Octubre	ND	ND	4 (89)	2 (97)	ND	ND
Noviembre	3 (88)	1 (90), 33 1 (91), 31 1 (92), 27	4 (89)	2 (96)	1 (96)	1 (93) 1 (94)
Diciembre	2 (88)	ND	3 (89)	2 (96)	1 (95) 1 (96)	ND

A) Palacios *et al.* 1991, Punta Banda; B) Colwell 1994, Bahía de Humboldt; C) González 1996, Punta Banda; D) Carmona 1997, Ensenada de La Paz; E) Carmona y Danemann 1998, Guerrero Negro; F) Shuford *et al.* 1998, Valle Central.

Tabla X.2 Comparaciones por estación del año, sin incluir el verano, entre cinco zonas del corredor migratorio del Pacífico. Se muestra el grupo a comparar, el valor del estadístico de prueba, el nivel de significancia de la igualdad, los grados de libertad, el área que presentó la mayor diferencia y el porcentaje de ésta. (**HB**=Bahía de Humboldt, **VC**=Valle Central, **PB**=Punta Banda, **GN**= Guerrero Negro y **LP**=Ensenada de La Paz).

Grupo de comparación	Ji-cuadrada	Nivel de significancia (P)	Grados de libertad	Área con mayor diferencia	Porcentaje de esta diferencia
HB-VC-PB-GN-LP	61.91	<0.001	8	LP	47.75
HB-VC-PB-GN	29.72	<0.001	6	GN	56.96
HB-VC-PB	8.16	0.085	4	-----	-----
GN-LP	4.97	0.083	2	-----	-----

Tabla X.3 Comparaciones por estación del año incluyendo el verano, entre las tres zonas del corredor migratorio del Pacífico ubicadas en México. Se muestra el grupo a comparar, el valor del estadístico de prueba, el nivel de significancia de la igualdad, los grados de libertad, el área que presentó la mayor diferencia y el porcentaje de ésta. (PB=Punta Banda, GN= Guerrero Negro, LP=Ensenada de La Paz).

Grupo de comparación	Ji cuadrada	Nivel de significancia (P)	Grados de libertad	Área con mayor diferencia	Porcentaje de esta diferencia
PB-GN-LP	42.80	<0.001	6	PB	58.07
GN-LP	4.89	0.179	3	-----	-----

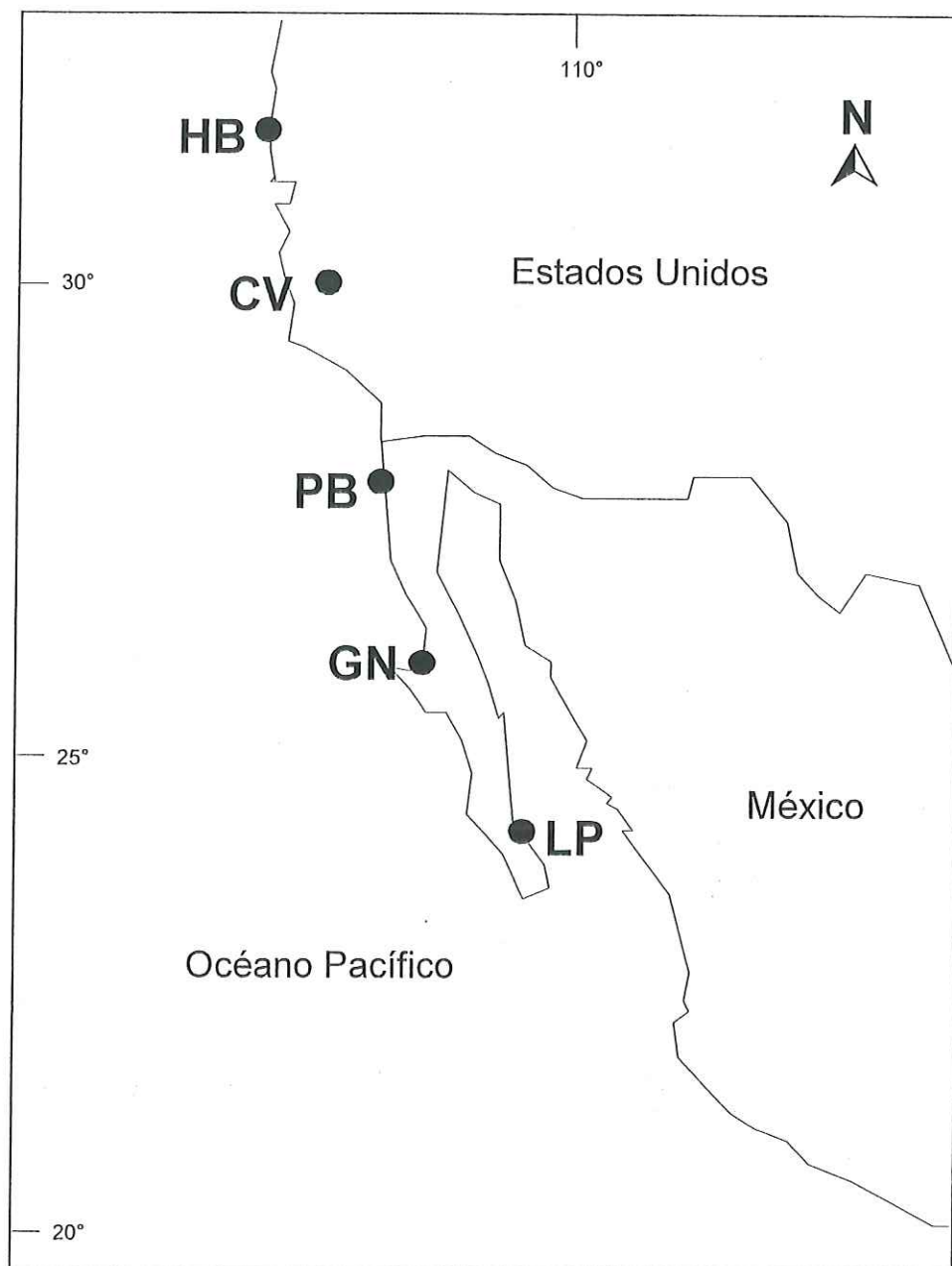


Figura 10.1 Área de estudio. Se marcan los lugares de observación: **HB**=Bahía de Humboldt (Norte de California); **VC**=Valle Central (centro de California); **PB**=Punta Banda (Noroeste de la península); **GN**=Guerrero Negro (centro occidental de la península); **LP**=Ensenada de La Paz (porción sudoriental peninsular).

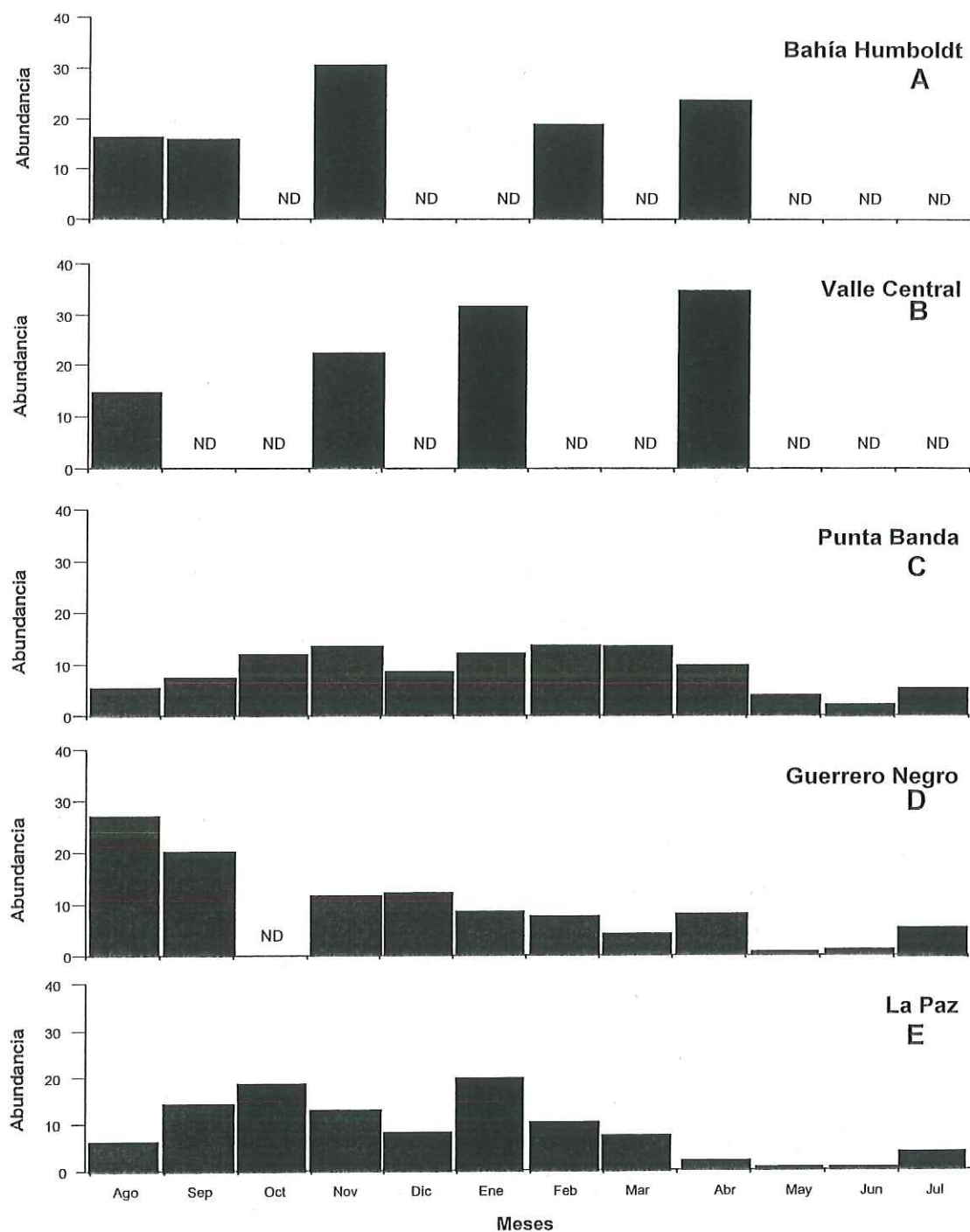


Figura 10.2 Abundancia relativa (%) mensual promedio para las cinco áreas de interés. A=Bahía de Humboldt 41°N; B=Valle Central 38°N; C=Punta Banda 31°N; D= Guerrero Negro 28°N y E=Ensenada de La Paz 24°N.

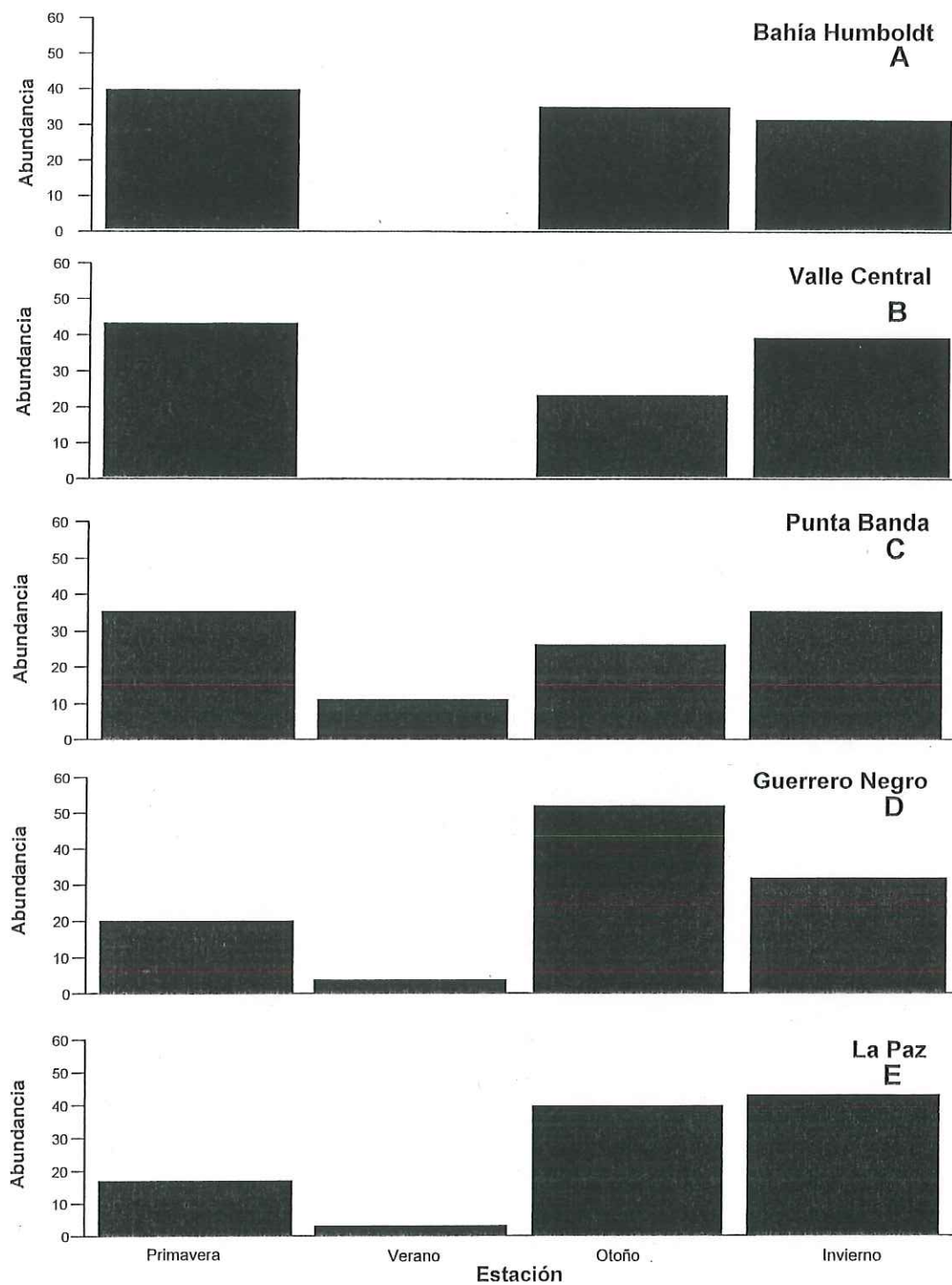


Figura 10.3 Abundancia relativa (%) estacional promedio para las cinco áreas de interés. **A**=Bahía de Humboldt 41°N; **B**=Valle Central 38°N; **C**=Punta Banda 31°N; **D**=Guerrero Negro 28°N y **E**=Ensenada de La Paz 24°N.

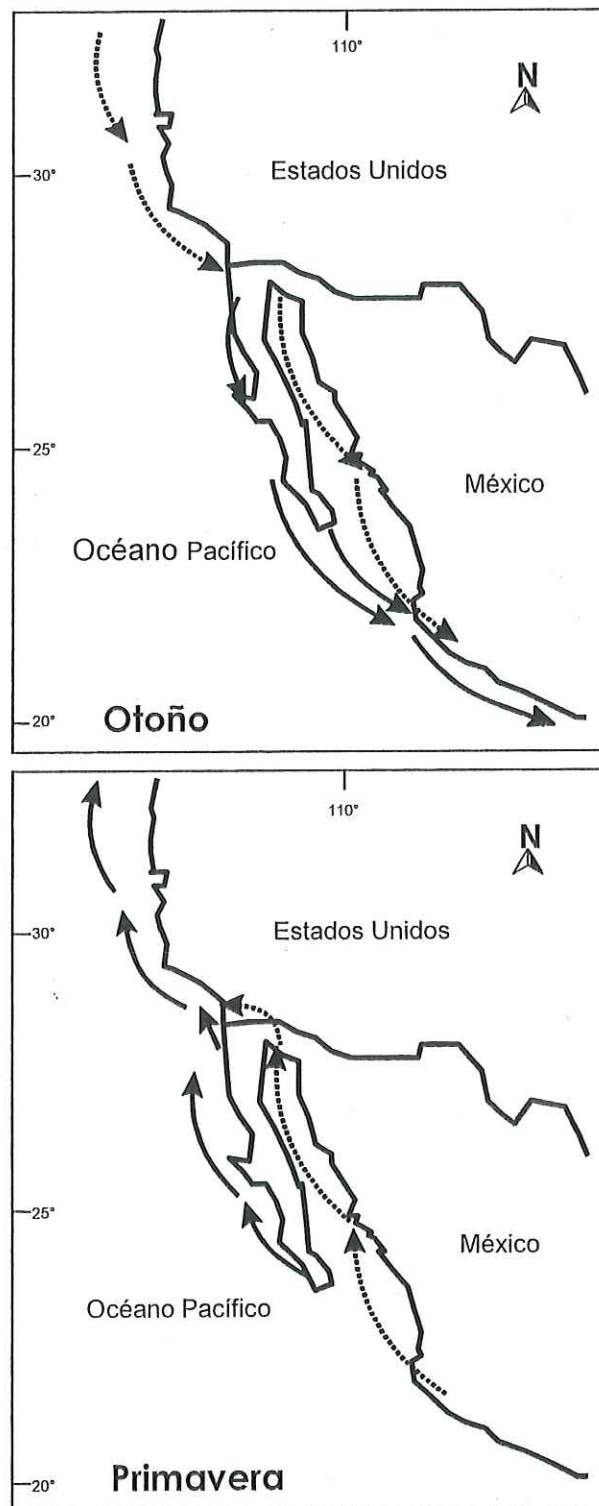


Figura 10.4 Modelo de movimientos migratorios (otoño y primavera) a lo largo de las costas del Noroeste de México y suroeste de Estados Unidos.

DISCUSIÓN GENERAL

La concurrencia de 36 especies de aves playeras a través del período de estudio en la Ensenada de La Paz sitúa a este biotopo como el más rico conocido para estas aves a nivel nacional, en comparación, por ejemplo para el Delta del Río Colorado se han registrado 24 especies (Massey y Palacios 1994, Mellink *et al.* 1997). El valor observado en la Ensenada de La Paz está relacionado directamente con el esfuerzo aplicado y la heterogeneidad ambiental existente (playa, cuerpos dulceacuícolas artificiales y pastizales), quedo resaltada la importancia local de las zonas artificiales, pues se trata de ambientes poco usuales en esta región (Zamora-Orozco *et al.* 2007). Por otra parte, las cuatro especies que se han referido en la bibliografía (Wilbur 1987, Howell y Webb 1995), pero no detectadas en el presente trabajo, son de registros muy antiguos y sin precisión geográfica de los sitios involucrados en las observaciones.

La mayor parte del perímetro interno de la ensenada estudiada es arenoso. Los sustratos lodosos predominan sólo en el sur de la misma y ahí se realizaron más del 90% de los registros de aves playeras, lo que refleja la variedad de recursos alimenticios que estas playas pueden proveer (Burger *et al.* 1977). La conservación de estas zonas lodosas debe considerarse prioritaria en cualquier plan de desarrollo futuro. La mayor parte de las especies observadas fueron migratorias, lo que explica las notorias variaciones temporales observadas en la riqueza (8 a 20 especies), misma que alcanzó sus valores máximos durante los

movimientos migratorios de otoño y la estancia invernal y los mínimos en el verano.

Los valores de abundancias en la playa tuvieron un comportamiento semejante a los de riqueza de especies. Los cambios se relacionaron con los grupos migratorios, pues como en otras zonas de la península, estas aves fueron las más numerosas (Palacios *et al.* 1991, Carmona 1995, Carmona y Danemann 1998). Partiendo de que en enero las aves migratorias ya se encuentran en sus lugares de invernación (Paulson 1993, Engilis *et al.* 1998), los incrementos observados en dicho mes están más relacionados con movimientos locales que con cambios debido a la migración. En primavera no se detectó un incremento en la abundancia de las aves, lo que está relacionado probablemente con una migración elíptica, donde las aves utilizan a la península como parte de su ruta migratoria en su viaje hacia el sur (otoño), pero la utilizan poco en primavera (Carmona *et al.* 2004).

Las aves playeras presentes en las lagunas de oxidación seleccionaron los microambientes en función de la disponibilidad de profundidades apropiadas para su alimentación (Skagen y Knopf 1993). De forma semejante a la playa, la mayoría de las especies registradas fueron migratorias. En contraste con la playa, las lagunas fueron utilizadas básicamente en otoño, con números muy bajos en invierno. Así, las lagunas representan un ambiente alternativo de alimentación para las aves playeras alternativo a la playa, aprovechado

básicamente en la época sus mayores demandas energéticas (Lindström 1991, Butler *et al.* 1997).

El uso diferencial de ambientes alternos a la zona costera por época del año se ha reportado en otros sitios, como la Bahía de Cádiz, España (Masero 2003), donde se observó un incremento importante en el uso de ambientes artificiales en la época premigratoria de primavera. Es probable que en la zona de estudio las aves que utilizaron las lagunas de oxidación en otoño hayan sido aquéllas que continuaron su migración a sitios más sureños.

Las tres especies de aves playeras comunes en ambas zonas de estudio (*Calidris mauri*, *Calidris minutilla* y *Limosa fedoa*), fueron las generalistas (*c.f.* Rottenborn 1996, Carmona *et al.* 2003b), que son capaces de utilizar ambientes diferentes durante su migración (Rottenborn 1996, Masero *et al.* 1999, Carmona *et al.* 2003b). Lo anterior refuerza la idea de un uso compartido de ambos sitios (playa y lagunas de oxidación). A pesar de que las tres especies ya citadas acumularon más de la mitad del total de registros en ambos ambientes (51.6 y 78.8% para las lagunas y la playa, respectivamente), no fue posible considerar iguales las tendencias dado el notable predominio de *Calidris mauri* en la playa.

Las inferencias anteriores fueron probadas al observar el efecto del nivel de marea en la abundancia de las diferentes especies de aves playeras en ambas localidades, pues se notaron tres tipos de preferencias: (1) especies exclusivas de ambientes marino-costeros, (2) especies que únicamente utilizaron la zona

dulceacuícola, y (3) especies que utilizan ambos ambientes (generalistas). Las aves generalistas (las más numerosas), utilizaron más las lagunas de oxidación en otoño y la playa en invierno, lo cual se relacionó con la mayor demanda energética de estas especies durante la época de movimientos migratorios (Lindström 1991, Butler *et al.* 1997). Es decir, en otoño las especies generalistas se alimentaron durante bajamar en la costa, pero probablemente los individuos con mayores demandas energéticas (los que continuarían migrando) utilizaron las lagunas de oxidación durante pleamar. La especie más abundante en ambas zonas fue *Calidris mauri*, cuya abundancia en otoño en las lagunas de oxidación exhibió una relación positiva con el nivel de marea en la playa adyacente. El otoño se caracteriza por los elevados requerimientos energéticos de las aves para la migración y para el cambio del plumaje de vuelo de los adultos (Lindström 1991, Butler *et al.* 1987), por lo que los sitios alternos de alimentación, no influenciados por los niveles de marea, cobran particular importancia (Carmona *et al.* 2003b, Masero 2003). Dado que en las lagunas de oxidación la superficie de alimentación permaneció constante, el arribo de aves desde la playa ocasionó un aumento en la densidad, lo que se reflejó en un notorio incremento en los niveles de agresión intraespecífica y ligeros aumentos en la agresión interespecífica, tal efecto se ha documentado en otras especies del género *Calidris* (Recher y Recher 1969).

La estructura poblacional por sexo y grupo de edad de las dos especies más abundantes del género *Calidris* (*mauri* y *minutilla*) tanto en la playa como en las

lagunas de oxidación, exhibió que la proporción de sexos para *C. mauri* (4:1 en términos de los machos) fue concordante con el patrón de distribución latitudinal durante el invierno, mientras que la relación adulto:juvenil (1:1) fue diferente de lo esperado (Nebel *et al.* 2002), lo que aparentemente se relacionó con patrones de distribución diferenciados por edad entre las costas continentales y las peninsulares. Por otra parte, durante el invierno, los adultos de esta especie fueron más abundantes en la playa (80%) mientras que los juveniles lo fueron en las lagunas de oxidación (80%). Ello pudo deberse a que los adultos excluyeran de la playa a los juveniles o a que los adultos frecuentaran menos las lagunas debido a un mayor riesgo de depredación (Morales-Gopar 2007).

Las proporciones de sexos en *C. minutilla*, de forma general, fueron muy semejantes (53% de machos). Sin embargo, los machos fueron más abundantes en otoño (61%) que en invierno (44%). Es decir, la Ensenada de La Paz es una zona de paso para machos y de invernación para hembras, sin diferencias entre los sitios. De forma global en esta especie los adultos predominaron (60%), lo cual concuerda con el patrón de distribución latitudinal propuesto (Nebel 2006). Sin embargo, los adultos fueron más abundantes en otoño (80%), con una notoria disminución en invierno (30%). En suma, la Ensenada de La Paz es, aparentemente, un sitio de paso para los adultos y de invernación para los juveniles. Las diferencias observadas entre las dos especies responden a estrategias migratorias diferenciales, donde

aparentemente el dimorfismo sexual (mayor en *C. mauri*) tiene un papel determinante (Sauma 2006).

La existencia de sesgos en las capturas de aves playeras ha sido explorada desde diferentes perspectivas (Pienkowski y Dick 1976). La hipótesis de que los juveniles tienen una mayor probabilidad de captura se demostrado escasamente (Goss-Custard *et al.* 1981). Se han sugerido dos posibilidades para explicar la mayor probabilidad de captura de las aves juveniles: su capacidad menor para eludir las redes y su inexperiencia (Goss-Custard *et al.* 1981). Para el playerito occidental, es difícil considerar que la maniobrabilidad afecte la probabilidad de captura; ya que el menor tamaño de los machos les confiere mayor maniobrabilidad y no hubo efecto del sexo. La hipótesis de la experiencia se vio reforzada por los lapsos de tiempo transcurridos entre la captura y la recaptura (menores en los juveniles). Así, la menor experiencia de los juveniles en la selección de las áreas de alimentación, aunada a su bajo estatus social (Durell 2000), provocó que realizaran más movimientos entre las diferentes zonas de alimentación (Goss-Custard y Durell 1987, Warnock y Takekawa 1996). Por tanto, al considerar que las redes de niebla son un método de captura fijo que requiere que las aves se encuentren en movimiento, estos movimientos, mayores en los juveniles, ocasionaron un incremento en sus probabilidades de captura.

La tasa de retorno registrada en *C. mauri* a la playa de Chametla (38%), fue mayor que la reportada por Fernández *et al.* (2001) para esta misma especie en

el estero Punta Banda, Baja California. Lo anterior sugiere que Chametla está por arriba de la calidad del estero Punta Banda como sitio de invernación. La diferencia en las tasas de retorno por sexos (0.45 y 0.21 para machos y hembras, respectivamente) tiene relación con el patrón de segregación latitudinal que presenta *C. mauri* durante el periodo no reproductivo; en el cual los machos son más abundantes en la parte norte de la distribución invernal (Nebel *et al.* 2002). De esta forma, la tasa de retorno menor de las hembras se debe a que éstas utilizan la Ensenada de La Paz preferentemente como un área de paso. En la migración al norte, los machos son los primeros en detectarse en latitudes norteñas cercanas a las áreas de reproducción (Senner *et al.* 1981, Butler *et al.* 1987) y en arribar a dichas zonas (Holmes 1972, Warnock y Bishop 1998). Ello ha llevado a pensar que este sexo es el primero en abandonar los sitios de invernación. En el presente trabajo no hubo diferencias en las fechas de partida debidas al sexo y/o a la edad. Lo que sugiere que al menos para las aves que invernán en la península de Baja California, la separación por sexos se da en sitios más norteños, cercanos a las zonas de anidación.

Además, los machos invernantes de la Ensenada de La Paz partieron dos semanas antes que aquéllos de Punta Banda (Fernández *et al.* 2001), lo que confirma la hipótesis de que las fechas de partida se adelantan conforme se incrementa la distancia entre las zonas de reproducción y las de invernación (Delgado y Butler 1993). Así, se presume que las aves que invernaron en la

porción sur de la península recorrieron la misma en un período aproximado de 15 días. Dada su capacidad de vuelo (Wilson 1994), estas aves deben haber hecho escalas en diferentes humedales peninsulares.

La idea de que la porción sur de la península funciona como una parada otoñal y como un sitio de invernada para las aves playeras fue corroborada al analizar el patrón por estación del año. La migración de primavera se torna más tenue conforme se avanza en dirección norte-sur dentro de la península, una tendencia que podría indicar una relación directa entre el nivel de uso y la latitud. Para los humedales de California y de la península se infiere la formación de dos vertientes de aves en migración: (1) las áreas norteñas, donde pasarían todas las aves tanto en otoño como en primavera, provenientes tanto del interior de la península como del macizo continental; y (2) las zonas peninsulares sureñas, por donde sólo pasarían grupos en el otoño, mientras que en primavera serían utilizadas exclusivamente por las aves que invernaron en la región.

Así, la hipótesis aquí propuesta plantea un uso diferencial (otoño y primavera) de la península. Es decir, en otoño los grupos migratorios (norte-sur) que migran a lo largo de la costa, al llegar al sur de California y al Alto Golfo de California, tienen dos rutas a seguir: continuar moviéndose por la costa del macizo continental ó hacerlo a lo largo de la península. De esta forma, el incremento otoñal observado en Baja California se relaciona con el paso del grupo que utiliza sus costas. Algunas de las aves continúan su migración hacia

el sur, mientras que otros invernán en el área. Durante la migración de primavera (sur-norte), las aves invernantes en las zonas peninsulares se mueven a lo largo de éstas, pero las aves que continuaron su migración, es decir, que invernaron en regiones más sureñas y que vienen moviéndose por la costa continental, no pasarían por la región.

De esta forma las principales razones que hacen atrayente a la región de la Ensenada de La Paz para las aves playeras son:

- 1) Su condición de humedal costero, con recursos alimenticios abundantes y predecibles, lo que hace que sea utilizadas por las aves playeras como áreas de paso y/o de estancia invernal.
- 2) La posición geográfica del humedal, ya que es el único en la porción sur de la península que cuenta con planicies lodosas. A pesar de que el área de estudio tiene abundancias de aves playeras menores que otros sitios peninsulares (e.g. Complejo Lagunar Guerrero Negro- Ojo de Liebre y Laguna San Ignacio; Page *et al.* 1997), su ubicación lo convierte en un lugar clave para los procesos de migración e internación de las aves playeras.
- 3) La variedad de ambientes que ofrece la Ensenada de La Paz, incluyendo la zona adyacente conformada por las lagunas dulceacuícolas artificiales, aumentan la oferta de recursos que ofrece la región a las aves playeras (Zamora-Orozco *et al.* 2007).

- 4) El riesgo de depredación de las aves playeras en el área de estudio es bajo (Morales-Gopar 2007), debido a la baja abundancia de depredadores, así como a la fisiografía del lugar. En las 57 salidas de campo efectuadas en relación con el Capítulo 9 de este trabajo, se registraron sólo cuatro intentos de depredación (dos exitosos). Todos ellos involucraron al halcón peregrino (*Falco peregrinus*).
- 5) El área disponible de alimentación. Los patrones de mareas de la zona presentan intervalos mayores en invierno (Grivel y Grivel 1991), por lo que en esta época existe mayor área de alimentación disponible. De hecho la preferencia de las aves playeras por los ambientes dulceacuícolas alternos se dio básicamente en la migración al sur (Zamora-Orozco *et al.* 2007, Carmona *et al.* 2003b), dado que la costa presenta, en esta época, un área de alimentación limitada.
- 6) El patrón aparente de migración implica que la región sureña de la península, en lo general, y la Ensenada de La Paz, en lo particular, representan paradas obligadas durante el otoño para las aves que invernaran en regiones más meridionales.

CONCLUSIONES GENERALES

1. En la Ensenada de La Paz, en probable relación con la heterogeneidad de ambientes, se han registrado 36 especies de aves playeras, siendo el valor de riqueza específica más alto reportado para cualquier humedal del país.
2. La Ensenada de La Paz, al ser el único humedal de la región sudoriental de la península, representa un área importante para la conservación de las aves playeras (básicamente migratorias), sobresaliendo su porción sureña.
3. Los ambientes alternos (lagunas de oxidación) aledaños a la Ensenada de La Paz forman parte importante del mosaico de sitios y recursos que la región ofrece a las aves playeras. Dichas zonas fueron utilizadas principalmente durante el otoño e invierno temprano. Lo anterior confirma su importancia como áreas de paso y recuperación para aves que invernán en regiones más sureñas.
4. Las especies comunes en ambas zonas fueron generalistas, capaces de utilizar diferentes ambientes durante sus migraciones. En general las aves playeras más abundantes utilizaron las lagunas de oxidación en el otoño e invierno temprano, aparentemente como un sitio complementario de alimentación, por lo que existe la posibilidad de que se trate de un área subóptima y complementaria.
5. El nivel de marea explicó los patrones de uso de las especies generalistas, siendo más notorio con *C. mauri* (la más numerosa). El uso preferencial de las lagunas en otoño se relacionó con la demanda energética mayor de esta época.

6. La abundancia y densidad de *Calidris mauri* en las lagunas de oxidación tuvieron una relación positiva con el nivel de marea de la playa adyacente. Para esta especie, la tasa de agresión también fue influida positivamente por el nivel de marea.
7. Para *C. mauri* existió un claro efecto de exclusión de los adultos hacia los juveniles, predominando los primeros en la playa (ambiente óptimo) y los segundos en las lagunas (ambiente subóptimo). La otra especie sintópica, *Calidris minutilla*, no vio afectadas sus proporciones por localidad, aunque si por época del año: en otoño fue un sitio importante para machos adultos y en invierno para hembras juveniles.
8. El muestreo con redes de niebla no mostró diferencias entre la captura y la recaptura de *C. mauri*, basada en el sexo de las aves. Sin embargo, hubo un claro efecto por edad, pues los juveniles mostraron mayor probabilidad de ser recapturados, probablemente en relación con su eficiencia alimenticia menor, situación que los obliga a realizar más movimientos, con lo que se incrementa su posibilidad de ser capturados.
9. La tasa de retorno general de *C. mauri* fue alta. Los machos exhibieron tasas de retorno mayores que las hembras, pero no hubo efectos por la edad. Las aves etiquetadas en otoño tuvieron tasas de avistamiento menores, como un reflejo de su fidelidad a otras zonas de invernación. Las fechas de salida (primavera) no presentaron diferencias por sexo o edad.
10. Existen dos comportamientos referentes con la abundancia temporal de aves playeras en los humedales de California y la península de Baja California: (1) áreas norteñas donde las aves pasan tanto en otoño como en primavera, y (2) zonas peninsulares sureñas, que son utilizadas exclusivamente en otoño.

REFERENCIAS

Nota: Se indica al final de la cita el (los) capítulo (s) donde el trabajo fue utilizado, incluyendo el apartado inicial (Introducción y Área de Estudio generales) y la discusión general como In y Dis, respectivamente.

- American Ornithologists Union (A.O.U.). 1998. Check list of northamerican birds. Allen Press. Lawrence, Kansas. 829 p. [1, 2, 4, 10]
- Ashmole, M. J. 1970. Feeding of Western and Semipalmated sandpipers in peruvian winter quarters. *Auk* 87: 131-135. [7]
- Atwood, J. L. y C. T. Collins. 1993: Additional birds records for Baja California México. *Euphonia* 2: 38-41. [1]
- Banks, R. C. 1963. Birds of Cerralvo Island, Baja California. *Condor* 65: 300-312. [1]
- Becerril, F. 1998. Interacción ecológica: conducta de forrajeo y territorialidad entre *Calidris mauri* y *Calidris minutilla* (Charadriiformes: Scolopacidae) en el estero Punta Banda (B. C., México), en la temporada invernal de 1996-1997. Tesis de maestría. Centro de Investigación y Educación Superior de Ensenada. Ensenada, Baja California, México. 80 p. [In, 6, 7]
- Becerril F. y R. Carmona. 1997. Anidación de aves acuáticas en la Ensenada de La Paz, Baja California Sur, México (1992-1994). *Ciencias Marinas* 23: 265-271. [3, 4]
- Blake, E. R. 1977. Manual of neotropical birds. Vol. 1. University of Chicago Press. Chicago. 674 p. [6, 7]
- Brabata, G. 1995. Presencia y conducta alimenticia de cuatro especies de playeros (Scolopacidae) en la Ensenada de La Paz, B.C.S. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, Baja California Sur, México. 64 p. [In, 1, 4]
- Brabata, G. 2001. La Ensenada de La Paz, como parte de la ruta migratoria de *Calidris mauri*: (Scolopacidae); su estancia a lo largo de un año. Tesis de maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-I.P.N. La Paz, Baja California Sur. 64 p. [In, 2, 4, 5, 7, 9]
- Brabata, G. y R. Carmona. 1998. Conducta alimentaria de cuatro especies de playeros (Charadriiformes: Scolopacidae) en Chametla, B.C.S., México. *Revista de Biología Tropical* 47: 239-243. [In, 1, 5]

- Brewster, W. 1902. Birds of the cape region of Lower California. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology. Vol. 41. 241 p. [1]
- Brooks, W. S. 1967. Food and feeding habits of autumn migrant shorebirds at a small midwestern pond. *Wilson Bulletin* 79: 307-315. [7]
- Buenrostro, M. 1996. Estructura de la población y uso de hábitat de *Calidris mauri* en la temporada invernal 1994-1995 en el Estero Punta Banda, Ensenada, Baja California, México. Tesis de maestría. Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada. Ensenada, Baja California, México. 70 p. [In, 7, 8]
- Buenrostro, M. A., N. Warnock y H. de la Cueva. 1999. Wintering Western Sandpipers *Calidris mauri* at Estero Punta Banda, Baja California, México. *Wader Study Group Bulletin* 88: 59-63. [4, 7]
- Burger, J. 1984. Shorebirds as marine animals. Pp.17-82. En: J. Burger y B.L. Olla (eds.). Behavior of Marine Animals. Vol. 5. Plenum Press. New York. [In, 7]
- Burger, J. 1986. The effect of human activity on shorebirds in two coastal bays in northeastern United States. *Environment Conservation* 13: 123-130. [5]
- Burger, J., M. A. Howe, D. C. Hahn y J. Chase. 1977. Effects of tide cycles on habitat selection and habitat partitioning by migrating shorebirds. *Auk* 94: 743-758. [In, 2, 5, 7, Dis]
- Burton, J. y R. McNeil. 1976. Age determination on six species of North American shorebirds. *Bird Banding* 47: 201-209. [7, 8]
- Butler, W. R. y G. Kaiser. 1995. Migration chronology, sex ratio, and body mass of Least Sandpipers in British Columbia. *Wilson Bulletin* 107: 413-422. [7]
- Butler, R. W., G. W. Kaiser y G. E. J. Smith. 1987. Migration chronology, length of stay, sex ratio, and weight of western sandpipers, (*Calidris mauri*) on the south coast of British Columbia. *Journal of Field Ornithology* 58: 103-111. [4, 5, 6, 7, 8, 9, Dis]
- Butler, R. W., T. D. Williams, N. Warnock y M. A. Bishop. 1997. Wind assistance: a requirement for migration of shorebirds? *Auk* 114: 456-466. [3, 4, Dis]
- Canevari, P., G. Castro, M. Sallaberry y L. G. Naranjo. 2001. Guía de los chorlos y playeros de la región neotropical. American Bird

- Conservancy, WWF-US, Humedales para las Américas y Manomet Conservation Science, Asociación Calidris. Santiago de Cali, Colombia. 141 p. [1]
- Carmona-Islas, C. 1997. Relación entre la abundancia de aves playeras y organismos bentónicos, en la Playa El Conchalito, B.C.S. Tesis de maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-I.P.N. La Paz, Baja California Sur, México. 69 p. [In, 2]
- Carmona, R. 1995. Distribución temporal de aves acuáticas en la playa El Conchalito, Ensenada de La Paz, B.C.S. *Investigaciones Marinas CICIMAR* 10: 1-21. [In, 1, 2, 3, 4, 5, 7, Dis]
- Carmona, R. 1997. Riqueza específica, distribución y abundancia de aves acuáticas en la Ensenada de La Paz, B.C.S., México. Informe final CONABIO. Inédito. 65 p. [In, 1, 7, 10]
- Carmona, R. y G. Fernández. 1997. Índice de ponderación de la densidad y la proporción (IPDP), una alternativa para la representación de los datos de preferencia del hábitat: un ejemplo (*Charadrius wilsonia*). *Revista de Investigación Científica* 8: 15-20. [1, 2, 4]
- Carmona, R. y S. Ramírez. 1997. Lista sistemática de aves acuáticas en la Bahía de La Paz, B.C.S. Pp. 237-247. En: J. Urbán-Ramírez y M. Ramírez-Rodríguez (eds.). La Bahía de La Paz. Investigación y conservación. UABCS-CICIMAR-SCRIPPS. México. [In, 1, 2, 4, 5]
- Carmona, R. y G. Danemann. 1998. Distribución espacio-temporal de aves en la salina de Guerrero Negro, Baja California Sur, México. *Ciencias Marinas* 24: 389-408. [In, 2, 3, 4, 10, Dis]
- 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: 69-73. [2, 3, 4, 5]
- Carmona, R., J. Guzmán, S. Ramírez y G. Fernández. 1994. Breeding waterbirds of La Paz Bay, Baja California Sur, México. *Western Birds* 25: 151-157. [2, 10]
- Carmona, R., E. M. Zamora-Orozco y J. A. Castillo-Guerrero. 1999. Registros nuevos del Zambullidor menor (*Tachybaptus dominicus*) y de diez especies de anátidos en las adyacencias de la bahía de La Paz, Baja California Sur, México. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México. Serie Zool.* 70: 191-203. [1, 3, 4]

- Carmona, R., C. Carmona, J. A. Castillo-Guerrero y E. M. Zamora-Orozco. 2000. Nesting records of american avocet and black-necked stilt in Baja California Sur, México. *Southwestern Naturalist* 45: 523-524. [1, 2, 3, 4]
- Carmona, R., D. Galindo y L. Sauma. 2003a. New and noteworthy shorebirds records from South Baja California Peninsula, México. *Wader Study Group Bulletin* 101/102: 62-66. [1, 2, 3]
- Carmona, R., A.M. Álvarez, A. Cuéllar Brito y E. M. Zamora-Orozco. 2003b. Uso estacional de dos áreas, marina y dulceacuícola, por aves playeras en función al nivel de marea, en Baja California Sur, México. *Ornitología Neotropical* 14: 201-214. [1, 3, 4, 6, 7, Dis]
- Carmona, R., G. Ruiz-Campos y G. Brabata. 2004. Seasonal abundance of migrant shorebirds in Baja California peninsula, México, and California, USA. *Wader Study Group Bulletin* 105: 65-70. [2, 3, 4, 7, 9, Dis]
- Carmona, R., A. Franco y R. López-Greene. 2005. Niveles de agresión del Correlimos de Alaska *Calidris mauri* en un ambiente dulceacuícola de la Península de Baja California, México. *Ardeola* 52: 365-369. [7]
- Castillo-Guerrero, J. A. 2000. Composición temporal de aves acuáticas en el tanque de almacenamiento de aguas tratadas, Ejido El Centenario, Municipio de La Paz, B.C.S., México. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, Baja California Sur, México. 53 p. [1]
- Castillo-Guerrero, J. A. y R. Carmona. 2001. Distribución espacio-temporal de aves acuáticas y rapaces en un embalse dulceacuícola artificial, en las adyacencias de la bahía de La Paz, Baja California Sur, México. *Revista de Biología Tropical* 49: 1131-1142. [1, 3, 5]
- Castillo-Guerrero, J. A., M. E. Zamora-Orozco, y R. Carmona. 1999. Composición temporal de aves en dos cuerpos dulceacuícolas artificiales adyacentes a la ciudad de La Paz, B.C.S. Pp. 115-124. En: *Proceedings of the VI Neotropical Ornithological Congress International Shorebird Symposium*. Monterrey, México. [5, 6]
- Castillo-Guerrero, J. A., E. M. Zamora-Orozco y R. Carmona. 2002. Aves acuáticas anidantes en dos cuerpos dulceacuícolas artificiales adyacentes a la ciudad de La Paz, B.C.S., México. *Hidrobiológica* 12: 85-87. [1, 3]

- Cisneros, J. E. 1985. Mini-hábitat. Estrategia para la conservación del Pato Mexicano. Pp. 957-965. En: Memoria Primer Simposium Internacional de Fauna Silvestre, México. [5, 6]
- Cochran, W.G. 1980. Técnicas de Muestreo. C.E.C.S.A. México. 513 p. [7]
- Colwell, M. A. 1994. Shorebirds of Humbolt Bay, California: abundance estimates and conservation implications. *Western Birds* 25: 137-145. [2, 3, 9, 10]
- Colwell, M. A. y L. W. Oring. 1988. Breeding biology of Wilson's phalarope in southcentral Saskatchewan. *Wilson Bulletin* 100: 567-582. [7]
- Colwell, M. A. y S. L. Landrum. 1993. Nonrandom shorebird distribution and fine-scale variation in prey abundance. *Condor* 95: 94-103. [In, 5, 7]
- Colwell, M. A. y S. L. Dodd. 1997. Environmental and habitat correlates of pasture use by nonbreeding shorebirds. *Condor* 99: 337-344. [In, 5]
- Connors, P. G., J. P. Myers, C. S. Connors y F. A. Pitelka. 1981. Interhabitat movements by Sanderlings in relation to foraging profitability and the tidal cycle. *Auk* 98: 49-64. [5, 6, 7]
- Cooper, J. M. 1994. Least Sandpiper (*Calidris minutilla*). Pp. 1-28. En: A. Poole y F. Gill (eds.). The Birds of North America. No. 115. Philadelphia: The Academy of Natural Sciences. Washington, D.C. The American Ornithologists' Union. [4, 7]
- Coria, R. B. 1997. Climatología. Pp. 27-34. En: L. Arriaga y R. Rodríguez (eds.). Los oasis de la Península de Baja California. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. [10]
- Cox, G. W. 1985. The evolution of avian migration systems between temperate and tropical regions of the new world. *American Naturalist* 126: 451-474. [In, 10]
- Cresswell, W. 1994. Age-dependent choice of Redshank (*Tringa totanus*) feeding location: profitability or risk? *Journal of Animal Ecology* 63: 589-600. [7, 8]
- Cresswell, W. 1996. Surprise as a winter hunting strategy in Sparrowhawks *Accipiter nisus*, Peregrines *Falco peregrinus* and Merlins *F. columbarius*. *Ibis* 138: 684-692. [7, 9]

- Cresswell, W. y D. P. Whitfield. 1994. The effects of raptor predation on wintering wader populations at the Tynninghame estuary, southeast Scotland. *Ibis* 136: 223-232. [7]
- Crisci, J. V. y M. F. López. 1983. Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Washington, D. C. [4]
- Cristol, D. A., M. B. Baker y C. Carbone. 1999. Differential migration revisited: latitudinal segregation by age and sex class. *Current Ornithology* 15: 33-88. [7]
- Cruz-Orozco, R., P. Rojo, L. Godínez y E. Nava. 1989. Topografía, hidrología y sedimentos de los márgenes de la Laguna de La Paz, B.C.S. *Revista de Investigación Científica* 1: 3-15. [2]
- Danemann, G. D., R. Carmona y G. Fernández. 2002. Migratory shorebirds in the Guerrero Negro saltworks, Baja California Sur, México. *Wader Study Group Bulletin* 97: 36-41. [1, 2, 3]
- Davidson, N. C. y P. R. Evans. 1986. The role and potential of man-made and manmodified wetlands in the enhancement of the survival of overwintering shorebirds. *Colonial Waterbirds* 92: 176-188. [7]
- Davis, C. A. y L. M. Smith. 1998. Behaviour of migrant shorebirds in Playas of the southern High Plains, Texas. *Condor* 100: 266-276. [7]
- Delgado, F. y R. W. Butler. 1993. Shorebirds in Parita Bay, Panamá. *Wader Study Group Bulletin* 67: 50-53. [9, Dis]
- Durell, S. E. A. le v. dit. 2000. Individual feeding specialization in shorebirds: population consequences and conservations implications. *Biological Reviews* 75: 503-513. [In, 7, 8, Dis]
- Engilis, A., L. W. Oring, E. Carrera, J. W. Nelson y A. Martínez-López. 1998. Shorebird surveys in Ensenada Pabellones and Bahía Santa María, Sinaloa, México; Critical winter habitats for Pacific flyway shorebirds. *Wilson Bulletin* 110: 332-341. [2, 3, 10, Dis]
- Erickson, R. A. y S. N. G. Howell (eds.). 2001. Birds of the Baja California Peninsula: status, distribution, and taxonomy. Monographs in Field Ornithology 3. American Birding Association. Colorado, USA. 264 p. [1]
- Erickson, R. A., R. A. Hamilton y S. N. G. Howell. 2001. New information on migrant birds in northern and central portions of the Baja California Peninsula, including species new to Mexico. Pp. 112-170. En: A.

- Erickson y S. N. G. Howell (eds.). Birds of the Baja California Peninsula: status, distribution, and taxonomy. Monographs in Field Ornithology 3. American Birding Association. Colorado, USA. [1]
- Erickson, R. A., R. A. Hamilton, E. Palacios y R. Carmona. 2002. Baja California Peninsula. *North American Birds* 56: 109-111. [1]
- Erwin, R. M., M. Coulter y H. Cogswell. 1986. The use of natural vs man-modified by shorebirds and waterbirds. *Colonial Waterbirds*. 9: 137-138. [2, 5, 6]
- Evans, P. R. 1976. Energy balance and optimal foraging strategies in shorebirds: some implications for their distributions and movements in the non-breeding season. *Ardea* 64: 112-139. [9]
- Evans, P. R. y M. W. Pienkowski. 1984. Populations dynamics of shorebirds. Pp. 83-123. En: Burger J. y B. L. Olla (eds.). Behavior of Marine Animals. Vol. 5. Plenum Press. New York. [9]
- Farmer, A. H. y A. H. Parent. 1997. Effects of the landscape on shorebird movements at spring migration stopovers. *Condor* 99: 698-707. [7]
- Fernández, G. 1993. Importancia de la marisma de Chametla, Ensenada de La Paz, B.C.S., para la migración e invernación del playerito occidental (*Calidris mauri*) (Charadriiformes: Scolopacidae). Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, Baja California Sur, México. 50 p. [In, 4, 7]
- Fernández, G. 1996. Tasa de retorno y residencia de *Calidris mauri* (Charadriiformes: Scolopacidae), en el Estero de Punta Banda (B. C., México), en la temporada invernal de 1995-1996. Tesis de maestría Centro de Investigaciones Científicas y educación Superior de Ensenada. Ensenada, Baja California, México. 99 p. [In]
- Fernández, G. y D. B. Lank. 2006. Sex, age, and body size distributions of Western Sandpipers during the nonbreeding season with respect to local habitat. *Condor* 108: 547-557. [8]
- Fernández, G., R. Carmona y H. de la Cueva. 1998. Abundance and seasonal variation of Western sandpipers (*Calidris mauri*) in Baja California Sur, Mexico. *Southwestern Naturalist* 43: 57-61. [In, 1, 2, 3, 6, 9, 10]
- Fernández, G., H. de la Cueva y N. Warnock. 2001. Phenology and length of stay of transient and wintering Western Sandpipers at Estero Punta Banda, Mexico. *Journal of Field Ornithology* 72: 509-520. [4, 7, 9, Dis]

- Fernández, G., H. de la Cueva, N. Warnock y D. B. Lank. 2003. Apparent survival rates of Western Sandpiper (*Calidris mauri*) wintering in northwest Baja California, México. *Auk* 120: 55-61. [7, 9]
- Figuerola, J. y L. Gustamante. 1995. Does use of a tape lure bias samples of Curlew Sandpipers captured with mist nets? *Journal of Field Ornithology* 66: 497-500. [8]
- Galindo, J. A. M. 1987. Estrategias de optimización y conducta alimenticia del tildillo de Wilson (*Charadrius wilsonia*) en la Ensenada de La Paz, Baja California Sur, México. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 58 p. [In, 4]
- Galindo, D. E. 2003. Uso de dos humedales, dulceacuícola y costero, por *Calidris mauri* (Charadriiformes: Scolopacidae) al sur de la península de Baja California, México. Tesis de maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-I.P.N. La Paz, Baja California Sur, México. 76 p. [In, 1, 2, 3, 9]
- Galindo, D., S. G. Mlodinow, R. Carmona y L. Sauma. 2004. Terek Sandpiper (*Xenus cinereus*): A first for Mexico. *North American Birds* 58: 454-455. [1]
- García, E. 1964. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koeppen (para adaptarla a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía. UNAM., México. 246 p. [In, 10]
- García, E. y P. A. Mosiño. 1969. Los climas de Baja California. Inst. Geofísica Universidad Nacional Autónoma de México. Memorias (1966-1967). 29-56. [In, 3, 4]
- García-Domínguez, F. 1991. Distribución, abundancia, reproducción y fauna asociada de la almeja roñosa, *Chione californiensis*, en la Ensenada de La Paz, B.C.S., México. Tesis de maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-I.P.N. La Paz, Baja California Sur, México. 70 p. [2]
- Garret, K. y J. Dunn. 1981. Birds of southern California: status and distribution. Los Angeles Audubon Soc., Los Angeles. [1]
- González, G. S. 1996. Aves playeras migratorias del Estero de Punta Banda, Baja California, a través de un ciclo anual. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, Baja California, México. 77 p. [4, 10]

- Goss-Custard, J. D. y S. E. A. le v. dit Durell. 1987. Age-related effects in Oystercatchers, *Haematopus ostralegus*. Feeding on mussels, *Mytilus edulis*. II. Aggression. *Journal of Animal Ecology* 56: 521-536. [7, 8, 9, Dis]
- Goss-Custard, J. D., S. E. A. le V. dit Durell, H. Sitters, y R. Swinfen. 1981. Mist-nets catch more juvenile Oystercatchers than adults. *Wader Study Group Bulletin* 32: 13. [8, Dis]
- Grinnell, J. 1928. A distributional summation of the ornithology of lower California. Univ. Cal. *Publications in Zoology* 32: 1-300. [1]
- Grivel, F. P. y F. V. Grivel (eds.). 1991. Tablas de predicción de mareas 1992, puertos del Océano Pacífico. Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 127 p. [In, 4, 5, 9, Dis]
- Groves, S. 1978. Age related differences in Ruddy turnstone foraging and aggressive behavior. *Auk* 95: 95-103. [7]
- 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: 93-103. [In, 2, 3, 4]
- Hamilton, R. A., J. E. Pike, E. Palacios y R. Carmona. 2004. Baja California Peninsula. *North American Birds* 58: 285-287. [3]
- Harrington, B. A. y B. Haase. 1994. Latitudinal differences in sex ratios among nonbreeding Western Sandpipers in Puerto Rico and Ecuador. *Southwestern Naturalist* 39: 188-189. [In, 7]
- Hayman, P., J. Marchant y T. Prater. 1988. Shorebirds: an identification guide. Houghton Mifflin Company. Boston, Mass. 412 p. [10]
- Heip, C., P. M. J. Herman y K. Soertaert. 1988. Data processing, evaluation and analysis. Pp. 110-121. En: P. Higgins y H. Thiel (eds.). Introduction of the study of meiofauna. Smithsonian Institution Press. Washington, D. C. [4]
- Holmes, R. T. 1972. Ecological factors influencing the breeding season schedule of Western Sandpipers (*Calidris mauri*) in subarctic Alaska. *American Midland Naturalist* 87: 472-491. [7, 9, Dis]
- Hotker, H. 2000. When do Dunlins spend high tide in flight? *Waterbirds* 23: 482-485. [5, 7]

- Howes, J. y D. Bakwell. 1989. Shorebirds Studies Manual. Asian Wetland Bureau. No. 55. Kuala Lumpur, Malasia. 362 p. [In]
- Howell, S. N. G. y P. Pyle. 1993. New and noteworthy birds records from Baja California, México. October 1991. *Western Birds* 24: 57-62. [1]
- Howell, S. N. G. y S. Webb. 1995. A Guide to Birds of México and Northern Central America. Oxford University Press. Oxford. 851 p. [1, 4, 5, Dis]
- 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. Pp. 171-203. En: R. A. Erickson y S. N. G. Howell (eds.). Birds of the Baja California Peninsula: status, distribution, and taxonomy. Monographs in Field Ornithology 3. American Birding Association. Colorado, USA. [1]
- Iverson, G. C., S. E. Warnock, R. W. Butler, M. A. Bishop y N. Warnock. 1996. Spring migration of Western Sandpipers along the pacific coast of North America: a telemetry study. *Condor*. 98: 10-21. [7]
- Kasprzyk, M. J y B. A. Harrington. 1989. Manual de campo para el estudio de playeros. Red Hemisférica de reservas para aves playeras. Ensenada, Baja California, México. 134 p. [In, 2, 3, 4, 5]
- Ketterson, E. D. y V. J R. Nolan. 1983. The evolution of differential bird migration. *Current Ornithology* 1: 357-402. [In]
- Krebs, C. J. 1985. Ecología. Estudio de la distribución y la abundancia. Oxford Univ. Press. México, D. F. 753 p. [4]
- Kus, E., P. Ashman, G. W. Page y L. E. Stenzel. 1984. Age-related mortality in a wintering population of Dulin. *Auk* 101: 69-73. [9]
- Lamb, C. C. 1927. Notes on some birds of the southern extremity of Lower California. *Condor* 29: 155-157. [1]
- León de La Luz, J. L. y R. Domínguez Cadena. 1991. Evaluación de la producción por semilla de la pitaya agria (*Stenocereus gummosus*), en Baja California Sur, México. *Acta Botánica Mexicana* 14: 75-87. [In]
- Lidström, Å. 1991. Maximum fat deposition rates in migrating birds. *Ornis Scandinavica* 22: 12-19. [In, 4, 6, Dis]
- Lima, S. L. y L. M. Dill. 1990. Behavioral decision made under the risk of predation: a review and prospectus. *Canadian Journal of Zoology* 68: 619-640. [7]

- Llinas, J. y J. M. Galindo. 1990. Algunos aspectos del comportamiento alimenticio del Zarapito *Catoptrophorus semipalmatus* (Scolopacidae), en la Ensenada de La Paz, B.C.S. México. *Southwestern Naturalist* 35: 237-240. [In]
- Llinas, J., E. Amador y R. Mendoza 1989. Avifauna costera de dos esteros de La Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. *Investigaciones Marinas CICIMAR* 4: 93-104. [In, 2]
- López Greene, R. 2004. Efecto de la urbanización en la frecuencia de uso de playa El Conchalito por parte de las aves playeras en el período 1993-2001. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, Baja California Sur, México. 68 p. [1]
- Marquart, D. W. 1963. An algorithm for least squares estimation of nonlinear parameters. *J. Soc. Independ. Applied Mathematical* 11: 431-441. [5]
- Masero, J. A. 2003. Assessing alternative anthropogenic habitats for conserving waterbirds: salinas as buffer areas against the impact of natural habitat loss for shorebirds. *Biodiversity and Conservation* 12: 1157-1173. [4, 6, 7, Dis]
- Masero, J. A. y A. Pérez Hurtado. 2001. Importance of the supratidal habitats for maintaining overwintering shorebirds populations: how redshanks use tidal mudflats and adjacent saltworks in southern Europe. *Condor* 103: 21-30. [4]
- Masero, J. A., M. Pérez González, M. Basadre y M. Otero Saavedra. 1999. Food supply for waders (Aves: Charadrii) in an estuarine area in the Bay of Cádiz (SW Iberian Peninsula). *Acta Oecologica* 20: 429-434. [4, Dis]
- Masero, J. A., A. Pérez Hurtado, M. Castro y G. M. Arroyo. 2000. Complementary use of intertidal mudflats and adjacent Salinas by foraging waders. *Ardea* 88: 177-191. [3]
- Massey, B. y E. Palacios. 1994. Avifauna of the wetlands of Baja California, México: current status. Pp. 45-47. En: Joseph R. Jehl, Jr. y Ned K. Johnson (eds.). A century of avifaunal change in Western North America. Cooper Ornithological Society. Studies in Avian Biology. No. 15. [In, 2, 3, 5, 9, 10, Dis]
- McNeil, R., M. T. Díaz y A. Villeneuve. 1994. The mystery of shorebirds over-summering: a new hypothesis. *Ardea* 82: 143-152. [2, 3, 10]

- McNeil, R. y J. R. Rodríguez Silva. 1996. Ecological significance and sensorial aspects of nocturnal foraging in shorebirds. Pp. 25-58. En: T. Cabana (ed.). *Animal in their environment*. Orbis. Frelighsburg, Quebec. [4, 5]
- Mellink, E., E. Palacios y S. González. 1996. Notes on nesting birds of the Ciénega de Santa Clara saltflat, northwestern Sonora, México. *Western Birds* 27: 202-203. [1]
- Mellink, E., E. Palacios y S. González. 1997. Non-breeding waterbirds of the Delta of Río Colorado, México. *Journal of Field Ornithology*. 68: 113-123. [Dis]
- Mendoza, R., E. Amador, J. Llinas y J. Bustillos. 1984. Inventario de las áreas de manglar en la Ensenada de Aripes, B.C.S. Pp. 43-52. En: Anónimo (ed.). *Presente y futuro de la Ensenada de La Paz*. Universidad Autónoma de Baja California Sur y Gobierno del Estado de Baja California Sur. La Paz, B.C.S. [2]
- Metcalf, N. B. y R. W. Furness. 1986. Aggression in shorebirds in relation to flock density and composition. *Ibis* 129: 553-563. [6]
- Morales-Gopar, K. L. 2007. Evaluación de la calidad de habitat en un ambiente costero y uno dulceacuícola, para *Calidris mauri* en la Ensenada de La Paz, B.C.S., México. Tesis de maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-I.P.N. La Paz, Baja California Sur, México. 93 p. [9, Dis]
- Morales-Gopar, L. y R. Carmona. 2006. Use of coastal and alternative habitats by Western Sandpiper in Ensenada de La Paz, B.C.S., México. *Memorias Shorebird Science in the Western Hemisphere*. Boulder Colorado, USA. Resumen. [7]
- Morrison, R. I. G. 1984. Migratory systems of New World shorebirds. Pp 271-322. En: J. Burger y B. L. Olla (eds.). *Behavior of Marine Animals*. Plenum Press, New York. Vol. 6. [9]
- Morrison, R. I. G., R. K. Ross y S. Torres. 1992. Aerial surveys of nearctic shorebirds wintering in Mexico: some preliminary results. Progress notes. Can. Wildlife Serv. Canadian Ministry of the Environment. 12 p. [In]
- Morrison, R. I. G., R. E. Jr. Gill, B. A. Harrington, S. Skagen, G. W. Page, C. L. Grato-Trevor y S. M. Haig. 2001. Estimate of shorebird populations in North America. Occasional Paper, No. 104. Canadian Wildlife Service. Ottawa, Ontario. 64 p. [9]

- Myers, J. P. 1981. A test of three hypotheses for latitudinal segregation of the sexes in wintering birds. *Canadian Journal of Zoology* 59: 1527-1534. [7, 9]
- Myers, J. P. 1983 Conservation of migrating shorebirds: Staging areas, geographic bottlenecks, and regional movements. *American Birds*. 37: 23-25. [2, 5, 6]
- Myers, J. P., R.I.G. Morrison, P.Z. Antas, B.A. Harrington, T.E. Lovejoy, M. Sallaberry, S.E. Senner y A. Tarak. 1987. Conservation strategy for migratory species. *American Scientist* 75: 19-26. [In, 3, 4, 7, 10]
- Naranjo, L. G., R. Franke y W. Beltrán. 1994. Migration and wintering of Western Sandpipers on the Pacific coast of Colombia. *Journal of Field Ornithology* 65: 194-200. [7]
- National Geographic Society (N.S.G.). 2002. Field guide to the birds of North America. National Geographic Society. Washington, D. C. 480 p. [1]
- Nebel, S. 2006. Latitudinal clines in sex ratio, bill, and wing length in Least Sandpipers. *Journal of Field Ornithology* 77: 39-45. [In, 7, Dis]
- Nebel, S. y R. C. Ydenberg. 2005 Differential predator escape performance contributes to a latitudinal sex ratio cline in a migratory shorebird. *Behavioural Ecology and Sociobiology* 59: 44-50. [7, 9]
- Nebel, S., D. B. Lank, P. D. O'Hara, G. Fernández, B. Haase, F. Delgado, F. A. Estela, F. Mercier, L. J. E. Ogden, B. Harrington, B. E. Kus, J. E. Lyons, B. Ortego, J. Y. Takekawa, N. Warnock y S. E. Warnock. 2002. Western Sandpipers during the non-breeding season: spatial segregation on a hemispheric scale. *Auk* 119: 922-928. [7, 8, 9, Dis]
- Page, G. W. 1974. Molt of wintering Least sandpipers. *Bird Banding* 54: 93-196. [7]
- Page, G. W. y B. Fearis. 1971. Sexing Western Sandpipers by bill length. *Bird-Banding* 42: 297-298. [7, 8, 9]
- Page, G. W. y E. Palacios. 1993. Winter shorebird numbers in wetland along the west coast of Baja California. Pacific Flyway Project. 17 p. [7]
- Page, G. W., B. Fearis y R. M. Jurek. 1972. Age and sex composition of Western Sandpipers on Bolinas Lagoon. *California Birds* 3: 79-86. [7, 8]

- Page, G. W., L. E. Stenzel y C. M. Wolfe. 1979. Aspects of the occurrence of shorebirds on a Central California Estuary. Pp. 15-22. En: F.A. Pitelka (ed.). Cooper Ornithological Society. Studies in Avian Biology. Allen Press. Lawrence Kansas, E.U. [In, 2, 3, 5, 6, 9, 10]
- Page, G. W., E. Stenzel, W. D. Shuford y C. R. Bruce. 1991. Distribution and abundance of Snowy Plovers on its western North America breeding grounds. *Journal of Field Ornithology* 62: 184-205. [1]
- Page, G. W., E. Palacios, L. Alfaro., S. González., L. E. Stenzel y M. Jungers. 1997. Numbers of wintering shorebirds in coastal wetlands of Baja California, Mexico. *Journal of Field Ornithology* 68: 562-574. [In, 1, 2, 7, Dis]
- Palacios, E. 1988. Requerimientos y hábitos reproductivos de la Golondrina Marina de California (*Sterna antillarum browni*, Mearns, 1918) en la Ensenada de La Paz. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, Baja California Sur, México. 73 p. [2, 9]
- Palacios, E. y L. Alfaro. 1991. Breeding birds of Laguna Figueroa and La Pinta Pond, Baja California, México. *Western Birds* 22: 27-32. [1]
- Palacios, E., A. Escofet y D. Loya. 1991. El estero de Punta Banda, B.C., México como eslabón del "Corredor del Pacífico": aves playeras. *Ciencias Marinas* 17: 109-131. [In, 2, 3, 4, 10, Dis]
- 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: 490-497. [1]
- Patten, M. A., E. Mellink, H. Gómez de Silva y T. E. Wurster. 2001. Status and taxonomy of the Colorado desert avifauna of Baja California. Pp. 29-96. En: R. A. Erickson y S. N. G. Howell (eds.). Birds of the Baja California Peninsula: status, distribution, and taxonomy. Monographs in Field Ornithology 3. American Birding Association. Colorado, USA. [1]
- Paulson, D. 1993. Shorebirds of the Pacific Northwest. Univ. of Washington Press, E.U. 406 p. [2, 3, 4, 5, 7, 10, Dis]
- Peinado, M., F. Alcaráz, J. L. Aguirre, J. Delgadillo y J. Álvarez. 1995. Similarity of zonation within California-Baja California and mediterranean salt marshes. *Southwestern Naturalist* 40: 388-405. [10]
- Pereiro, J. A. 1982. Modelos al uso en dinámica de poblaciones marinas sometidas a explotación. Informe Técnico del Instituto Español de Oceanografía No. 1. Madrid, España. 255 p. [5]

- Peterson, R. T. y E. L. Chalif. 1998. Aves de México: Guía de campo. Diana. México, D. F. 473 p. [3]
- Pienkowski, M. W., y W. J. A. Dick. 1976. Some biases in cannon- and mist-netted samples of wader populations. *Ringing and Migration* 1: 105-107. [8, Dis]
- Prater, T., J. Marchant y J. Vuorinen. 1977. Guide to the Identification and Ageing of Holarctic Waders. British Trust for Ornithology Field Guide. No. 17. Tring, United Kingdom. 163 p. [7, 8]
- Rappole, J. H., E. S. Morton., T. E. Levejoy y J. L. Ruos. 1993. Aves migratorias neárticas en los neotrópicos. Conservation and Research Center, National Zoological Park. Virginia. 340 p. [10]
- Recher, H. F. y J. A. Recher. 1969. Some aspects of the ecology of migrant shorebirds. II. Aggression. *Wilson Bulletin* 81: 140-154. [6, 7, Dis]
- Reynolds, R. T. 1972. Sexual dimorphism in accipiter hawks: a new hypothesis. *Condor* 74: 191-197. [8]
- Robert, M. y R. McNeil. 1989. Comparative day and night feeding strategies of shorebird species in a tropical environment. *Ibis* 131: 69-79. [5]
- Rottenborn, S. C. 1996. The use of coastal agricultural fields in Virginia as foraging habitat by shorebirds. *Wilson Bulletin* 108: 783-796. [3, 4, 5, 6, 7, Dis]
- Rubio L., Rodríguez-Estrella R. y E. Pineda. 1997. El uso del hábitat por aves residentes e invernantes. Pp. 221-248. En: L. Arriaga y R. Rodríguez-Estrella (eds). Los Oasis de la península de Baja California. SIMAC-CIBNOR. La Paz, B.C.S. [3, 4]
- Ruiz-Campos G. y M. Rodríguez-Meráz. 1997. Composición taxonómica y ecológica de la avifauna de los ríos El Mayor y Hardy, y áreas adyacentes, en el valle de Mexicali, Baja California, México. *Anales Inst. Biol. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoológica* 68: 291-315. [1]
- Ruiz-Campos, G., E. Palacios, J. A. Castillo-Guerrero, S. González-Guzmán, y E. H. Batche-González. 2005. Composición espacial y temporal de la avifauna de humedales pequeños costeros y hábitat adyacentes, del noroeste de Baja California, México. *Ciencias Marinas* 31: 553-576. [4]

- Sanzenbacher, P. M. y S. M. Haig. 2002. Residency and movement patterns on wintering Dunlin in the Willamette Valley of Oregon. *Condor* 104: 271-280. [4]
- Sauma, C. L. F. 2006. Uso migratorio de la Ensenada de La Paz, B.C.S., México por *Calidris minutilla* (Aves: Charadriiformes): comparación entre un ambiente marino y uno dulceacuícola. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, Baja California Sur, México. 62 p. [1, 7, Dis]
- Scheiffarth, G., G. Nehls, y I. Austeni. 1996. Modelling distribution of shorebirds on tidal flats in the Wadden Sea and visualisation of results with the GIS IDRISI. Pp. 1-6. En: Larup, E. y J. Strobl (eds.). Salzburger geographische materialien. Heft 25. Selbstverlang des Institutes fur Geographie der Universitat Salzburg. Salzburg, Austria. [5]
- Schnack, J. A., F. O. De Francesco, U. R. Colado, M. L. Novoa y E. J. Schnack. 2000. Humedales antrópicos: su contribución para la conservación de la biodiversidad en los dominios subtropical y pampásico de la Argentina. *Ecología Austral* 10: 63-80. [5, 6]
- Schneider, D. y E. P. Mallory. 1982. Spring migration of shorebirds in Panama. *Condor* 84: 344-345. [7]
- Senner, S. E., G. C. West y D. W. Norton. 1981. The spring migration of Western Sandpipers and Dunlins in southcentral Alaska: numbers, timing, and sex ratios. *Journal of Field Ornithology* 52: 271-389. [7, 9, Dis]
- Shepherd, P. C., D. B. Lank., B. D. Smith., N. Warnock., G. W. Kaiser y T. D. Williams. 2001. Sex ratios of Dunlin wintering at two latitudes on the Pacific coast. *Condor* 103: 352-360. [In]
- Shuford, W. D., G. W. Page y J. E. Kjelson. 1998. Patterns and dynamics of shorebirds use of California's Central Valley. *Condor* 100: 227-244. [2, 3, 5, 10]
- Sibley, D. A. 2000. The Sibley guide to birds. Knopf. National Audubon Society. Nueva York. 544 p. [1]
- Siegel, S. y N. J. Castellan, Jr. 1988. Nonparametric statistics for the behavioral sciences. Mc Graw-Hill. Singapur. 399 p. [4]
- Skagen S. K. y F. L. Knopf. 1993. Toward conservation of midcontinental shorebird migrations. *Conservation Biology* 3: 533-541. [In, 3, 5, 7, 9, Dis]

- Skagen, S. K. y F. L. Knopf. 1994. Migrating shorebirds and habitat dynamics at a prairie wetland complex. *Wilson Bulletin* 106: 91-105. [5]
- Smith, K. G., J. C. Neal y M. A. Mlodinow. 1991. Shorebird migration at artificial fish ponds in the prairie-forest ecotone of Northwestern Arkansas. *Southwestern Naturalist* 36: 107-113. [4, 5, 6]
- Spaans, A. L. 1978. Status and numerical fluctuations of some North American waders along the Surinam coast. *Wilson Bulletin* 90: 60-83. [7]
- Summers, R. W., L. G. Underhill, M. Nicoll, R. Rae y T. Piersma. 1992. Seasonal, size- and age- related patterns in body-mass and composition of Purple Sandpipers *Calidris maritima* in Britain. *Ibis* 134: 346-354. [4, 5]
- Unitt, P. 2001. Some bird observations from Baja California Sur. Pp. 107-111. En: R. A. Erickson y S. N. G. Howell (eds.). Birds of the Baja California Peninsula: status, distribution, and taxonomy. Monographs in Field Ornithology 3. American Birding Association. Colorado, USA. [1]
- Unitt, P., A. M. Rea, E. Palacios, E. Mellink, L. Alfaro y S. González. 1995. Noteworthy records of birds in northwestern Baja California, México. *Western Birds* 26: 144-154. [1]
- Warnock, N. 1994. Biotic and abiotic factors affecting the distribution and abundance of a wintering population of Dunlin. Tesis doctoral. University of California and San Diego State University. San Diego, California. 145 p. [7]
- Warnock, S. E. y J. Y. Takekawa. 1995. Habitat preferences of wintering shorebirds in a temporally changing environment: Western Sandpipers in the San Francisco Bay Estuary. *Auk* 112: 920-930. [In, 5, 7, 8]
- Warnock, S. E. y J. Y. Takekawa. 1996. Wintering site fidelity and movements patterns of *Calidris mauri* in the San Francisco Bay estuary. *Ibis* 138: 160-167. [8, 9, Dis]
- Warnock, S. E. y M. A. Bishop. 1998. Spring stopover ecology of Western Sandpipers. *Condor* 100: 456-467. [9, Dis]
- Warnock, N., G. W. Page y B. K. Sandercock. 1997. Local survival of Dunlin wintering in California. *Condor* 99: 906-915. [7, 9]
- Wilbur, S. R. 1987. Birds of Baja California. University of California, Berkeley. 253 p. [1, 4, 5, Dis]

- Wilson, W. H. 1994. Western Sandpiper (*Calidris mauri*). Pp. 1-20. En: A. Poole y F. Gill (eds.). The birds of North America. No. 90. Philadelphia: The Academy of Natural Sciences. Washington, D. C. American Ornithologist' Union. [2, 3, 4, 7, 9, Dis]
- Wilson, R. J., J. Keenan., B. Lavercombe y M. Della Seta. 1997. Curlew Sandpiper *Calidris ferruginea* in Yucatán, México. *Cotinga* 8: 51. [1]
- Wurster, T. E. y K. Radamaker. 1992. Semipalmated Sandpiper records for Baja California. *Euphonia* 1: 27-38. [1]
- Wurster, T. E., R. A. Erickson, R. A. Hamilton y S. N. G. Howell. 2001. Database of selected observations: an augment to new information on migrant birds in northern and central portions of the Baja California Peninsula. Pp. 204-237. En: R. A. Erickson y S. N. G. Howell (eds.). Birds of the Baja California Peninsula: status, distribution, and taxonomy. Monographs in Field Ornithology 3. American Birding Association. Colorado, USA. [1]
- Yates, M. G., J. D. Goss-Custard., S. McGrorty., K. H. Lakhani., S. Dit Durell., R. T. Clarke., W. E. Rispin., I. Moy., T. Yates., R. A. Plant y A. J. Frost. 1993. Sediment characteristics, invertebrate densities and shorebird densities on the inner banks of the Wash. *Journal of Applied Ecology* 30: 599-614. [In]
- Ydenberg, R. C., A. C. Niehaus y B. D. Lank. 2005. Interannual differences in the relative timing of southward migration of male and female Western Sandpipers (*Calidris mauri*). *Naturwissenschaften* 92: 332-335. [9]
- Zamora-Orozco, E. M. 2001. Distribución espacio-temporal de aves acuáticas en las Lagunas de Oxidación de la Ciudad de La Paz, B.C.S. México. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, Baja California Sur, México. 50 p. [1, 3, 4, 5, 6, 7]
- Zamora- Orozco, E. M., R. Carmona y G. Brabata. 2007. Distribución de aves acuáticas en las lagunas de oxidación de la ciudad de La Paz, Baja California Sur, México. *Revista de Biología Tropical* 55: 617: 626. [Dis]
- Zar, H. J. 1999. Bioestatistical analysis. Prentice Hall. New Jersey. 663 p + apéndices. [4, 6, 7, 8, 9, 10]

