

Tesis defendida por  
Adriana Delfina Hernández Alvarez  
y aprobada por el siguiente Comité

---

Dr. Eric Mellink Bijtel

*Co-director del Comité*

---

Dr. Roberto Carmona Piña

*Co-director del Comité*

---

Dra. Sharon Zinah Herzka Llona

Miembro del Comité

---

M. en C. José de Jesús Ibarra Villaseñor

Miembro del Comité

---

Dra. Ma. Lucila del Carmen Lares  
Reyes

Coordinador  
del Posgrado en Ecología Marina

---

Dr. Jesús Favela Vara

Director  
Dirección de Estudios de Posgrado

Noviembre 2013

CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DE EDUCACIÓN SUPERIOR  
DE ENSENADA



---

Programa de Posgrado en Ciencias  
en Ecología Marina

---

Uso de la playa sur del Golfo de Santa Clara, Sonora, durante la migración primaveral  
(2011-2013) del playero rojizo del Pacífico (*Calidris canutus roselaari*)

Tesis

para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de

Maestro en Ciencias  
Presenta:

Adriana Delfina Hernández Alvarez

Ensenada, Baja California, México  
2013

Resumen de la tesis de Adriana Delfina Hernández Álvarez, presentada como requisito parcial para la obtención del grado de Maestro en Ciencias en Ecología Marina.

Uso de la playa sur del Golfo de Santa Clara, Sonora, durante la migración primaveral (2011-2013) del playero rojizo del Pacífico (*Calidris canutus roselaari*)

Resumen aprobado por:

---

Dr. Eric Mellink Bijtel

---

Dr. Roberto Carmona Piña

Recientemente se documentó la presencia primaveral de ~1,000 playeros rojizos (*Calidris canutus roselaari*) en la playa arenosa al sur del Golfo de Santa Clara, Sonora (GSC), presencia que se relaciona con el desove de pejerrey (*Leuresthes sardina*), pues se alimentan de dichos huevos. Con el objetivo de evaluar la importancia primaveral de esta playa para los playeros rojizos (subespecie en peligro de extinción), entre marzo y abril de tres temporadas (2011-2013), realicé tres actividades básicas: conteos, capturas y observaciones de las aves (perfil abdominal, muda al plumaje alterno y reobservaciones de individuos anillados). Los conteos mostraron que la zona fue utilizada por, cuando menos, 4,500 individuos (28% de la población estimada de esta subespecie), aunque en abril arribaron, aparentemente, ~2,000 individuos “nuevos,” lo que sugiere la existencia de dos oleadas migratorias. Capturé 83 playeros rojizos, de los que el 88% eran adultos. Los adultos tuvieron una masa corporal mayor que los juveniles. La masa exhibió un aumento temporal escaso, como probable reflejo de la llegada de aves delgadas durante la segunda arribada. El perfil abdominal y la muda al plumaje reproductivo aumentaron a lo largo de cada periodo, pero también reflejaron la llegada de la segunda oleada, de aves delgadas, en plumaje básico. La tasa de retorno de los playeros rojizos al GSC fue alta en las tres temporadas (~50%); con base en la observación de “nuevos” individuos, presumiblemente, en abril arribó un segundo grupo. Las dos oleadas migratorias sugeridas por mis datos implicarían que la zona sería utilizada por el 40% de la población de la subespecie y confirman el gran valor del GSC durante su migración primaveral (el único sitio reportado para el país). Por ello es indispensable conservar la playa (espacio) y los pejerreyes (alimento) para asegurar la viabilidad poblacional del playero rojizo del Pacífico.

Palabras clave: **migración, primavera, masa corporal, muda, *Calidris canutus***

Abstract of the thesis presented by Adriana Delfina Hernández Alvarez as a partial requirement to obtain the Master in Science degree in Marine Ecology.

Use of the south beach of Golfo de Santa Clara, Sonora, during spring migration (2011-2013) by Pacific Red Knots (*Calidris canutus roselaari*)

Abstract approved by:

---

Dr. Eric Mellink Bijtel

---

Dr. Roberto Carmona Piña

Recently ~1,000 Pacific Red Knots (*Calidris canutus roselaari*) were found in spring on the sandy beach south of Golfo de Santa Clara, Sonora (GSC), and this presence is related to the spawning of Gulf grunions (*Leuresthes sardina*), because knots feed on grunion eggs. To evaluate the spring importance for knots (the subspecies is endangered), I counted, captured and monitored (abdominal profile, molt into alternate plumage, and detection of banded individuals) in March and April of 2011, 2012, and 2013. The area was used by at least 4,500 individuals (28% of the estimate population of the subspecies), although in April ~2,000 “new” individuals arrived, suggesting two migratory waves. I captured 83 individuals, 88% of which were adults. These adults were heavier than the juveniles captured. Mass increased sparsely, probably reflecting the arrival of the thin birds of the second wave. Abdominal profile and molt into alternate plumage progressed along the seasons, but also reflected the arrival of the second wave of thin individuals in basic plumage. Return rates of Red Knots to GSC was high in the three seasons (~50%). The second wave suggested by my results means that about 40% of the subspecies population uses GSC during spring migration, which confirms the great value of this site for the species (it is the only spring stopover known in Mexico). Hence, the conservation of both the beach (space) and the grunions (food) is crucial to assure the population’s viability of the subspecies.

Keywords: **migration, spring, body mass, molt, *Calidris canutus***

## Dedicatorias

Dedico este trabajo a quienes con su infinito amor, esfuerzo y apoyo me impulsan para seguir adelante:

Mi mamá y mi hermano.

Los amo más de lo que pudiera decir con palabras...

## Agradecimientos

Gracias infinitas Roberto y Eric por compartir conmigo su conocimiento, criterio, pasión y amor por las aves y el trabajo de campo. Más aun por su tiempo, ayuda, paciencia, dedicación, consejos, ánimos, por “consentirme” tanto y además de todo, por ser como amigos. Los admiro muchísimo. ¡Son los mejores maestros que pude tener!

A mi comité, la Dra. Sharon Herzka y el M. en C. Jesús Ibarra por haber tenido los comentarios más acertados para mejorar este trabajo.

A mis compañeros del Laboratorio de Aves de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, porque sin su ayuda nada de esto hubiera sido posible: Roberto, Kiwi, Nalle, Lupillo, Víctor, Hugo, Lupita, Fabo, Rafael, Gaby, Axel, José Manuel y Joel. ¡Gracias, gracias, gracias!

No hay palabras suficientes para agradecer a las familias Camarena Sánchez y García Mejía, por su apoyo incondicional durante el trabajo de campo en el Golfo de Santa Clara. Gracias por tratarme y hacerme sentir como parte de su familia, fui muy afortunada al encontrarlos en mi camino. Gracias de todo corazón.

A Pronatura Noroeste, A. C., en particular a Gustavo Danemann y María de Jesús de la Cerda, por su gran ayuda tanto financiera como administrativa.

A Osvel Hinojosa, Martha Román, Martin Sau, Eduardo Soto, Ale Calvo e Iram García y el resto del personal de la Reserva de la Biósfera del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado y Pronatura Noroeste (oficinas de Ensenada y San Luis Río Colorado) gracias por su apoyo.

Mis niñas favoritas Marianita, Rous, Meli, Lupita, Lau Luc y Caro: sin ustedes nada hubiera sido taaaan divertido, ¡¡las amo!! Ellas y el resto de mis amigos: Kena, Marlon, Manuel, Óscar, Gera y Juan Carlos, ¡son los mejores compañeros que pude haber tenido! Gracias a todos por vivir conmigo este tiempo en Ensenadita.

Mi hermana de vida: Ale, gracias por seguir conmigo. A pesar de los años y la distancia siempre te siento cerca de mí. ¡Te amo!

A cinco personas especiales que aunque no tengo cerca, nunca me dejan sola y su compañía me da una luz inigualable: Oscar, Erika, Mariana, Lidia y Ari ¡los amo!

Gracias a este Centro de Investigación Científica y de Educación Superior por ser mi casa y sobre todo a mis profesores por formarme. Asimismo, gracias al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca que me otorgó para realizar mis estudios (número de registro 262487).

Finalmente, a los protagonistas de esta historia, a mis *canutitos*, que son de entre todas las aves, los más guapos.

## Contenido

|                                                                  | Página |
|------------------------------------------------------------------|--------|
| Resumen español.....                                             | ii     |
| Resumen inglés.....                                              | iii    |
| Dedicatorias.....                                                | iv     |
| Agradecimientos.....                                             | v      |
| Lista de Figuras.....                                            | viii   |
| Lista de Tablas.....                                             | x      |
| 1. Introducción.....                                             | 1      |
| 2. Objetivos.....                                                | 8      |
| 2.1 Objetivo general.....                                        | 8      |
| 2.2 Objetivos particulares.....                                  | 8      |
| 3. Métodos.....                                                  | 9      |
| 3.1 Área de estudio.....                                         | 9      |
| 3.2 Trabajo de campo.....                                        | 10     |
| 3.2.1 Abundancia del playero rojizo.....                         | 10     |
| 3.2.2 Edad de las aves.....                                      | 13     |
| 3.2.3 Cambios temporales en la masa corporal.....                | 13     |
| 3.2.4 Cambios temporales en el perfil abdominal.....             | 13     |
| 3.2.5 Cambios temporales en la muda al plumaje reproductivo..... | 14     |
| 3.2.6 Estimación de las tasas de retorno.....                    | 14     |
| 3.3 Análisis estadístico.....                                    | 15     |
| 3.3.1 Abundancia del playero rojizo.....                         | 15     |
| 3.3.2 Edad de las aves.....                                      | 15     |
| 3.3.3 Cambios temporales en la masa corporal.....                | 16     |
| 3.3.4 Cambios temporales en el perfil abdominal.....             | 16     |
| 3.3.5 Cambios temporales en la muda al plumaje reproductivo..... | 16     |
| 3.3.6 Estimación de las tasas de retorno.....                    | 17     |
| 4. Resultados.....                                               | 18     |
| 4.1 Abundancia del playero rojizo.....                           | 18     |
| 4.2 Edad de las aves.....                                        | 21     |
| 4.3 Cambios temporales en la masa corporal.....                  | 22     |
| 4.4 Cambios temporales en el perfil abdominal.....               | 24     |
| 4.5 Cambios temporales en la muda al plumaje reproductivo.....   | 27     |
| 4.6 Estimación de las tasas de retorno.....                      | 29     |
| 5. Discusión.....                                                | 34     |
| 5.1 Abundancia del playero rojizo.....                           | 34     |
| 5.2 Edad de las aves.....                                        | 40     |
| 5.3 Cambios temporales en la masa corporal.....                  | 42     |
| 5.4 Cambios temporales en el perfil abdominal.....               | 44     |
| 5.5 Cambios temporales en la muda al plumaje reproductivo.....   | 46     |
| 5.6 Estimación de las tasas de retorno.....                      | 47     |
| 6. Discusión general.....                                        | 51     |
| Conclusiones.....                                                | 53     |
| Referencias bibliográficas.....                                  | 54     |



## Lista de figuras

| Figura |                                                                                                                                                                                                                        | Página |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1      | Aspecto del playero rojizo ( <i>Calidris canutus</i> ) en plumaje invernal (izquierda) y en plumaje alterno (reproductivo; derecha).                                                                                   | 6      |
| 2      | Localización del área de estudio. En gris oscuro se señala la playa sur, adyacente al poblado Golfo de Santa Clara.                                                                                                    | 10     |
| 3      | Señalamiento de la playa evaluada en cada temporada: 2011 (punteado blanco), 2012 (línea gris oscuro) y 2013 (línea negra).                                                                                            | 12     |
| 4      | Esquemmatización de los cinco perfiles abdominales (Wiersma y Piersma, 1995, p. 90).                                                                                                                                   | 13     |
| 5      | Esquemmatización de las cuatro categorías de muda de plumaje (modificado de Wiersma y Piersma 1995).                                                                                                                   | 14     |
| 6      | A) Abundancia promedio en cada semana de los playeros rojizos en la playa de 3 kilómetros al sr del poblado Golfo de Santa Clara, Sonora. B) Datos de todos los conteos diarios en cada semana.                        | 19     |
| 7      | Abundancia máxima de los playeros rojizos de un día en cada semana durante la primavera 2011, en una playa de 3 km al sur del Golfo de Santa Clara, Sonora.                                                            | 20     |
| 8      | Abundancia máxima de los playeros rojizos en un día en cada semana durante la primavera 2012, en una playa de 17 km al sur del Golfo de Santa Clara, Sonora.                                                           | 20     |
| 9      | Abundancia máxima de los playeros rojizos en un día en cada semana durante la primavera 2013, en una playa de 23 km al sur del Golfo de Santa Clara, Sonora.                                                           | 21     |
| 10     | Masa corporal (g) de los playeros rojizos separados por edad y temporada.                                                                                                                                              | 22     |
| 11     | Promedio (recuadro) y desviación estándar (barras verticales) de la masa corporal semanal (g) de los playeros rojizos capturados en el Golfo de Santa Clara en 2011 y 2012.                                            | 23     |
| 12     | Masa corporal (g) de los playeros rojizos adultos, por temporada y período del año: marzo y abril.                                                                                                                     | 24     |
| 13     | Relación entre la masa corporal y el perfil abdominal de los playeros rojizos capturados en la primavera 2011 en el Golfo de Santa Clara, Sonora.                                                                      | 25     |
| 14     | Frecuencia semanal de los perfiles abdominales observados en el playero rojizo durante las primaveras 2011-2013, en el Golfo de Santa Clara, norte del Golfo de California (cantidad de aves expresada en porcentaje). | 26     |
| 15     | Frecuencia semanal de la coloración del plumaje observada en el playero rojizo durante las primaveras 2011-2013, en el Golfo de Santa Clara (cantidad de aves                                                          | 28     |

- expresada en porcentaje).
- 16 Porcentaje de reobservaciones de los playeros rojizos anillados (respecto al total de aves marcadas en cada sitio), por semana durante las primaveras 2011-2013 en el Golfo de Santa Clara, Sonora. 30
- 17 Número de registros de playeros rojizos “nuevos” identificados individualmente en la playa del Golfo de Santa Clara durante las primaveras 2011-2013. 32

## Lista de tablas

| Tabla |                                                                                                                                                                                                                         | Página |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1     | Esquema de las playas del Golfo de Santa Clara, Sonora, evaluadas en cada primavera.                                                                                                                                    | 11     |
| 2     | Número de playeros rojizos capturados durante dos primaveras en el Golfo de Santa Clara, Sonora, separados por grupo de edad.                                                                                           | 21     |
| 3     | Número de playeros rojizos reobservados en el Golfo de Santa Clara y porcentaje respecto al total anillado (en cada sitio), durante las primaveras 2011-2013.                                                           | 29     |
| 4     | Período de observación, número de individuos y estancia promedio de los dos grupos de playeros rojizos (en cada temporada) identificados con la reobservación de registros “nuevos” en el Golfo de Santa Clara, Sonora. | 33     |

## 1. Introducción

---

Los playeros (Orden Charadriiformes, Suborden Charadrii) son un grupo de aves acuáticas, en su mayoría migratorias, abundantes y ampliamente distribuidas en el continente Americano (Paulson, 1993). Si bien algunas especies de playeros anidan en todo el continente, el subártico concentra la reproducción de la mayoría de ellas (Myers *et al.*, 1987). Desde ahí realizan migraciones hacia las áreas de invernada, ubicadas en regiones templadas y tropicales, desde el centro de los Estados Unidos hasta Patagonia (Hayman *et al.*, 1986; Skagen y Knopf, 1993). Para realizar estas migraciones utilizan tres grandes corredores: el del Atlántico, el transcontinental y el del Pacífico, entre los que destaca el último por el número de especies e individuos que lo utilizan (Myers *et al.*, 1987).

En Norteamérica se encuentran seis familias de aves playeras: Burhinidae (alcaravanes), Charadriidae (chorlos), Haematopodidae (ostreros), Recurvirostridae (avocetas y candeleros), Jacanidae (jacanas) y Scolopacidae (falaropos y playeros; AOU, 2012). En el continente, la familia Scolopacidae está conformada por 18 géneros y 66 especies, la mayoría de éstas son migratorias. El género *Calidris* es el más rico en especies. Una de ellas que recientemente ha atraído la atención de investigadores porque el tamaño de sus poblaciones han disminuido es el playero rojizo (*Calidris canutus*; Harrington, 2001; Baker *et al.*, 2004; Andres *et al.*, 2012).

El playero rojizo es la especie más grande del género *Calidris* en Norteamérica y es un migrante de largas distancias que típicamente migra “a saltos” (Piersma, 1987), en los que puede realizar viajes sin escala de miles de kilómetros (Harrington, 2001). Durante la temporada reproductiva usa la tundra, especialmente localidades cercanas a la costa, así como penínsulas e islas, como hábitat de anidación y forrajeo. Durante la temporada no reproductiva migra hacia el sur, en algunos casos hasta la Patagonia, pero en otros sólo hasta el sur de los EE.UU. y norte de México. Al igual que otras especies de playeros, el playero rojizo utiliza hábitats diferentes en la temporada reproductiva y en el resto de año, pues durante el invierno y las migraciones de

primavera y otoño utiliza preferentemente la zona costera, en particular planicies lodosas, esteros, bahías y humedales intermareales (Harrington, 1996; 2001).

El playero rojizo se ha incluido en el Plan de Conservación de Aves Playeras de Estados Unidos (Brown *et al.*, 2001) y la Red Hemisférica de Reservas para Aves Playeras (RHRAP; Donaldson *et al.*, 2000) como especie de alta prioridad, pues sus poblacionales a nivel global han disminuido de manera drástica debido principalmente a la modificación de los humedales que utiliza y la disminución de sus recursos alimenticios (Baker *et al.*, 2004; USFWS, 2005; Niles *et al.*, 2008). Lo anterior ha ocasionado una preocupación internacional que ha llevado a la recomendación de enfocar la atención de monitoreo y conservación en los sitios clave de reproducción, paso e invernada de esta especie.

Dos de las seis subespecies descritas del playero rojizo se reproducen y migran a lo largo del continente Americano, específicamente en el Atlántico (*C. c. rufa*) y en el Pacífico (*C. c. roselaari*; Harrington, 2001). Esta última fue catalogada recientemente por el gobierno mexicano como “en peligro de extinción” (SEMARNAT, 2010).

La subespecie del Atlántico se ha estudiado ampliamente mediante un esfuerzo internacional exhaustivo que ha incluido el marcaje de aves en Canadá, Estados Unidos, Brasil y Argentina (Harrington, 2001), y dentro del cual se ha anillado al 10% de la población. La reobservación y recaptura de aves anilladas evidenciaron la existencia de dos grupos que representan tres sitios bien diferenciados en cuanto a sus áreas de invernada: uno que llega hasta Patagonia (aves “sureñas”), otro que viaja hasta el norte de Brasil y el último que vuela sólo hasta Florida (estos dos últimos constituyen a las aves “norteñas”; Atkinson *et al.*, 2006). Entre estos grupos hay diferencias notorias en sus estrategias migratorias, entre las que sobresalen los tiempos de partida otoñal (agosto y octubre, respectivamente), la ganancia otoñal de masa (mayor en el grupo de aves sureñas) y la época de muda de las plumas de vuelo (invierno y otoño, respectivamente; Morrison y Harrington, 1992; Harrington *et al.*, 2007).

Como otras aves playeras, *Calidris canutus* tiende a congregarse recurrentemente en algunos puntos durante su migración. Por ejemplo, durante la primavera en la costa del Atlántico, cerca de 30,000 playeros rojizos utilizan la bahía de Delaware, que es el último y más importante sitio durante esta migración (Botton *et al.*, 1994; Baker *et al.*, 2004; González *et al.*, 2006; Niles *et al.*, 2008). La llegada de los playeros rojizos a la bahía coincide con el desove del cangrejo cacerola (*Limulus polyphemus*), por lo cual hay una gran cantidad de huevos de este artrópodo disponible para su consumo (Shuster y Botton, 1985). En la bahía de Delaware los playeros rojizos prefieren las playas donde los huevos del cangrejo cacerola son más abundantes donde se alimentan principalmente de ellos y sólo consumen otras presas esporádicamente (Botton *et al.*, 1994; Tsipoura y Burger, 1999; Karpanty *et al.*, 2006). En los últimos 12 años se ha registrado una disminución drástica de la población de esta subespecie, debido principalmente a la pesca intensa del cangrejo cacerola por parte del hombre. Se ha propuesto que la escasez del recurso alimenticio principal durante la migración primaveral, los huevos de *L. polyphemus* ha tenido efectos negativos sobre la población (Baker *et al.*, 2004; Morrison *et al.*, 2004; Niles *et al.*, 2008). En un análisis de las tendencias de abundancia y densidad de huevos disponibles y abundancia y masa corporal de los playeros rojizos a lo largo de 9 años, Niles *et al.* (2009), describen que la disminución en la densidad de huevos coincidió temporalmente con la disminución de la masa de los playeros rojizos al dejar el sitio, y proponen que esto resultó en una baja en la tasa de supervivencia de adultos y menor reclutamiento de juveniles.

En comparación con el playero rojizo del Atlántico, para el playero rojizo del Pacífico se cuenta con muy poca información (Harrington, 2001). Hasta hace poco no se conocía con certeza ninguno de sus sitios de invernada y menos aun sus rutas migratorias (Harrington, 2001). Con base en las diferencias de medidas morfológicas, Tomkovich (1992) propuso que la subespecie *roseaari* migraba e invernaba en el corredor del Pacífico. Posteriormente Harrington (2001) sugirió que las zonas de invernación incluían también la costa oeste de Florida, Texas y las costas tropicales del Atlántico en sudamérica (Harrington, 2001). Con base en la reobservación de aves anilladas en diferentes puntos sobre el Pacífico se evidenció que la subespecie migra por este corredor, tal como lo había propuesto Tomkovich (1992). Sin embargo, en 2011 dos

individuos, uno anillado en la costa sur de Washington fue recapturado en la Isla del Padre, Texas y viceversa, uno anillado en Texas fue reobservado en Washington (Buchanan, Departamento de Pesca y Vida Silvestre, Washington; Newstead, Programa Costero de Bahías y Estuarios, Texas, com. pers.). Esto demuestra que aún quedan vacíos en el conocimiento de los movimientos migratorios de esta subespecie.

En México, el noroeste es la región más importante para la invernada de las aves playeras en general y una de las zonas que recurrentemente se indica como un sitio importante es el delta del río Colorado (Morrison *et al.*, 1992; Massey y Palacios, 1994; Mellink *et al.*, 1997; Page *et al.*, 1997; Carmona *et al.*, 2011). Esta área está catalogada como de Importancia Internacional por la RHRAP (2009). Es notable que algunos autores no mencionan la observación de playeros rojizos durante trabajos sistemáticos realizados en dicha región (*v. gr.* Grinnell, 1928; Massey y Palacios, 1994; Mellink *et al.*, 1997), mientras que otros han referido algunas observaciones puntuales sobresalientes (*v. gr.* Van Rossem, 1945; Russell y Monson, 1998; Patten *et al.*, 2001). Más recientemente, Gómez-Sapiens y Soto-Montoya (2005), encontraron que *Calidris canutus* fue la segunda especie más abundante (se observaron 676 individuos en un período de un año, sin especificar fechas exactas) en la playa al norte del poblado Golfo de Santa Clara, y posteriormente Soto-Montoya *et al.* (2009), reportaron la presencia veraneante (1,900 aves) y durante primavera (1,500 individuos) de playeros rojizos en la misma playa.

Así, con base en el trabajo de Soto-Montoya *et al.* (2009) y con el objetivo de documentar con mayor detalle la abundancia del playero rojizo en la playa del Golfo de Santa Clara, yo realicé dos conteos semanales de marzo a septiembre en 2010, tanto en la playa al norte como hacia el sur de dicho poblado y encontré la mayor abundancia de esta especie (*c. a.* 850 aves), entre marzo y finales de abril, sólo en la playa arenosa hacia el sur del poblado (Hernández-Alvarez, 2011).

Hasta ahora el único sitio en México para el cual se cuenta con información adicional a la abundancia del playero rojizo es el complejo de humedales de Guerrero Negro-Ojo de Liebre, donde el 88% de las aves invernantes son adultas (Arce, 2011) y predominan

los machos (80% de los playeros; Carmona, datos no publicados). La predominancia de las aves adultas sugiere una segregación latitudinal por sexos en esta subespecie. Esta característica se observa en otras especies como el playerito occidental (*Calidris mauri*) y el playerito menor (*C. minutilla*), en las que las hembras se encuentran al sur del intervalo de distribución invernal, mientras que los machos invernan en la parte norte. Asimismo, las aves adultas ocupan la parte más sureña y los juveniles la más norteña (Nebel *et al.*, 2002; Nebel, 2006). A la fecha no se sabe cuál es la tendencia en el Golfo de Santa Clara, pues en los conteos realizados no determiné edad ni sexo de los individuos presentes (Hernández-Alvarez, 2011).

En las aves playeras migratorias como el playero rojizo, el balance de la masa corporal es un aspecto de gran importancia debido a que el riesgo de depredación es mayor cuanto mayor es la masa de un individuo (Cresswell, 1998). Las aves la mantienen al mínimo necesario para evitar la inanición y óptima para maximizar la oportunidad de escape ante los depredadores (Cresswell, 1998). Sin embargo, para las aves migratorias como el playero rojizo, el aumento en la grasa (y masa) corporal durante los movimientos migratorios, particularmente en primavera (hacia los sitios de reproducción), es clave para lograr realizar los viajes largos y para tener un mayor éxito reproductivo (O'Reilly y Wingfield, 1995). Por ejemplo, en sitios de paso migratorio como la bahía de San Antonio Oeste, Argentina (González *et al.*, 1996), la península Eiderstedt, en el mar de Wadden (Wiersma y Piersma, 1995) y la bahía de Delaware (Gillings *et al.*, 2009), los playeros rojizos llegan con masas corporales bajas y medias y las aumentan sustancialmente en las 3-5 semanas que las aves tardan pasar por el lugar.

La masa corporal es evaluada con el peso de las aves, pero en lugares donde la captura de las aves es complicada o de bajo éxito, se ha propuesto utilizar el perfil abdominal como indicativo de la grasa acumulada (Wiersma y Piersma, 1995). Esto permite evaluar de manera indirecta la calidad del lugar estudiado como sitio de reabastecimiento energético. Esta correlación entre el perfil abdominal y la masa corporal se validó en el mar de Wadden, para otra subespecie del playero rojizo (*C. c. canutus*; Wiersma y Piersma, 1995).



La muda es uno de los tres eventos sobresalientes en el ciclo anual de las aves y ha sido mucho menos estudiada que la reproducción y la migración. Los estudios de muda regularmente se centran en el cambio de las plumas de vuelo (Newton, 2008). En comparación, mucha menor atención se ha puesto en la muda que se realiza en primavera, es decir la de las plumas del cuerpo, cuando cambia el plumaje básico (grisáceo) por el alterno (o reproductivo que es de tonalidades rojizas; Fig. 1). Por lo general en *Calidris canutus* la muda es realizada a la par de la migración (Harrington, 2001).

La muda al plumaje reproductivo es relevante puesto que se ha observado que los individuos que llegan a los sitios de reproducción con la muda completa o casi completa tienen más posibilidades de encontrar pareja dentro de los primeros días a su llegada, lo cual es importante porque la ventana de tiempo para la reproducción es estrecha (Newton, 2008). La muda está en función de ritmos circadianos y está ligada a aspectos nutricionales, por lo que la muda también ha sido utilizada como un indicativo de la salud de los individuos (Newton, 2008). En general, los individuos comienzan la muda al plumaje reproductivo después de que han ganado la energía suficiente para realizar los cambios anatómicos y fisiológicos (de los órganos digestivos y de músculos de vuelo) y de acumular energía para el siguiente vuelo.



Figura 1. Aspecto del playero rojizo (*Calidris canutus*) en plumaje básico (invernal; izquierda) y en plumaje alterno (reproductivo; derecha). Fotografías: Roberto Carmona y Víctor Ayala.

En los sitios donde el playero rojizo se encuentra con una amplia disponibilidad de alimento o protección ante depredadores, es común que muchos individuos regresen año tras año a las mismas paradas migratorias y sitios de alimentación o reproducción. La habilidad de reconocer los sitios que les proveyeron alimento puede ser vital para otro año de vida. Esta característica, la fidelidad de sitio, es una adaptación clave en los casos en los que los sitios adecuados son muy distantes entre sí y/o están separados por hábitats que no pueden ser utilizados por los playeros. Una medida de esta fidelidad la dan las tasas de retorno, es decir la proporción de individuos marcados que son recapturados o reobservados al siguiente año o años sucesivos (Evans y Pienkowski, 1984). La fidelidad de sitio depende de varios factores entre los que destacan la disponibilidad y calidad de presas, el riesgo de depredación, edad de los individuos, disponibilidad de sitios de posadero o el “costo” de explorar y cambiar de territorios (Switzer, 1993).

La estimación del número de individuos de playero rojizo en el GSC, la edad de las aves que ocupan esta área, la ganancia de masa corporal a lo largo de la parada migratoria, el patrón de muda al plumaje reproductivo y su fidelidad al sitio es oportuno por dos razones. Por un lado, la inclusión reciente del playero rojizo en la norma oficial (059-SEMARNAT-2010) y la poca información con la que se cuenta para la zona, hace necesario elucidar los factores de los cuales podría depender su supervivencia. Por el otro, la playa forma parte de la Reserva de la Biósfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado que, como parte de sus actividades debe “...identificar, restaurar y conservar las áreas críticas para especies bajo alguna categoría de riesgo...”, como el playero rojizo (CONANP, 2007). Así, entender la importancia del GSC durante la migración primaveral, permitirá plantear esfuerzos de manejo y conservación adecuados para la zona. En concordancia, se realizó este estudio.

## 2. Objetivos

---

### 2.1 Objetivo general

El objetivo general de este proyecto fue el evaluar la importancia de un sitio de parada migratoria, la playa sur del Golfo de Santa Clara (GSC), Sonora, México, para los playeros rojizos del Pacífico (*Calidris canutus roselaari*).

### 2.2 Objetivos particulares

- Estimar la abundancia de los playeros rojizos en el GSC.
- Determinar las proporciones de edad de los playeros rojizos en el GSC.
- Evaluar los cambios temporales en la masa corporal de los playeros en el GSC.
- Evaluar los cambios temporales en el perfil abdominal de los playeros en el GSC.
- Evaluar los cambios temporales en la muda al plumaje reproductivo de los playeros rojizos en el GSC.
- Estimar la tasa de retorno de playeros rojizos al GSC.

### 3. Métodos

---

#### 3.1 Área de estudio

El Alto Golfo de California, en el noroeste de México, comprende el delta del río Colorado y aguas adyacentes (CONANP, 2007; Figura 2). El clima de esta región es extremoso, con dos períodos de lluvias (verano e invierno), pero éstas son muy esporádicas (Lavín y Organista, 1988) y la precipitación media anual es muy baja (68 mm; Álvarez-Borrego y Galindo-Bect, 1974). Por su poca profundidad y su ubicación en forma de embudo y el clima extremoso, el agua tiene variaciones extremas de temperatura, una alta evaporación, alta salinidad, grandes amplitudes de marea y valores altos de turbidez (CONANP, 2007). Durante el invierno, en la región dominan los vientos del noroeste (aproximadamente 8-12 m/s), mientras que en el verano, debido a los patrones de circulación atmosféricos de gran escala, hay vientos débiles del sureste (2-5 m/s; Badán-Dagon *et al.*, 1985).

El Alto Golfo tiene mareas diurnas y semidiurnas, con variaciones desde 7 m en San Felipe a 10 m en el delta del río Colorado (Filloux, 1973). Este régimen amplio de mareas, combinado con la baja pendiente de las playas, provoca que durante las mareas bajas queden al descubierto grandes zonas de intermareal, los que son sitios ideales para la alimentación de las aves playeras (Myers *et al.*, 1987; Mellink *et al.*, 1997; CONANP, 2007).

Las playas de la región son de arena y su forma cambia a lo largo del año en función de las corrientes y régimen de marea. La playa en la que se han documentado congregaciones primaverales importantes de los playeros rojizos que coinciden temporalmente con el desove del pez pejerrey (*Leuresthes sardina*) se encuentra al sur del poblado del Golfo de Santa Clara, Sonora. El presente estudio se realizó en este sitio. Esta playa se extiende por 23 kilómetros y tiene una anchura aproximada de 400 m. Es predominantemente arenosa y está bordeada por dunas cubiertas con vegetación escasa (Fig. 2; CONANP, 2007).

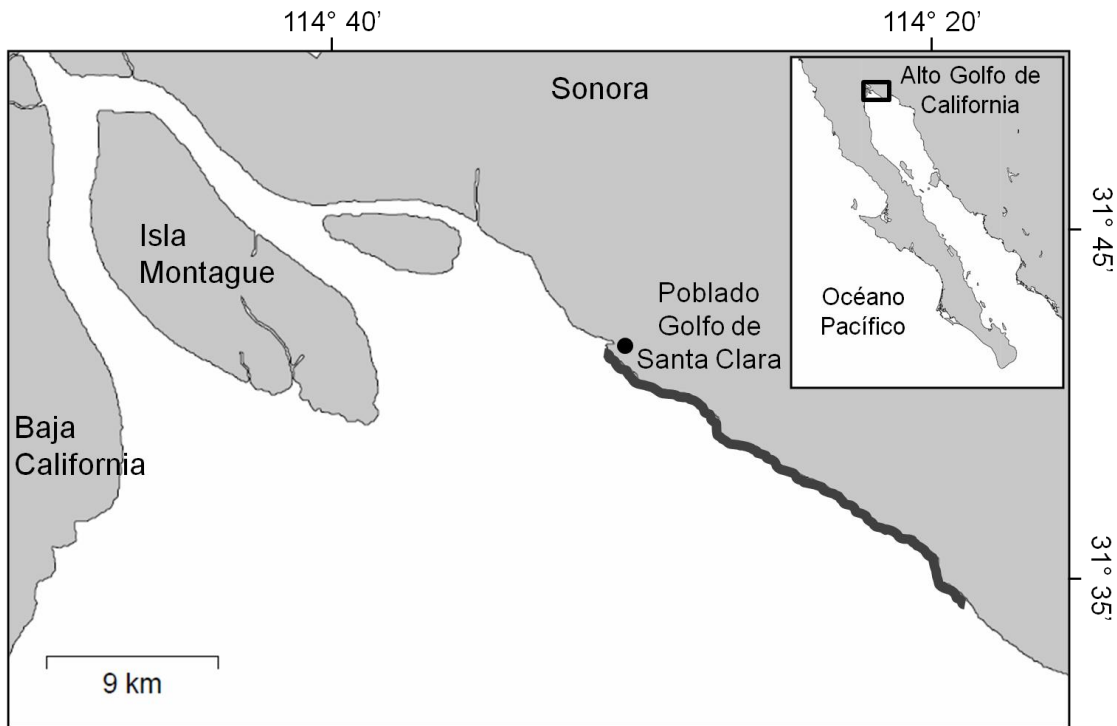


Figura 2. Localización del área de estudio. En gris oscuro se señala la playa sur, adyacente al poblado Golfo de Santa Clara, Sonora.

### 3. 2 Trabajo de campo

Con la finalidad de obtener la información que permitiera evaluar los patrones de uso del Golfo de Santa Clara por parte de los playeros rojizos, realicé tres actividades: (1) conteo de los individuos en el área, (2) captura, y (3) observaciones de las aves. El período de muestreo abarcó desde la última semana de febrero a la primera quincena de mayo del 2011, 2012 y 2013.

#### 3. 2. 1 Abundancia del playero rojizo

Para determinar la abundancia primaveral de los playeros rojizos en la playa sur del Golfo de Santa Clara, realicé típicamente de cuatro a seis conteos semanales de las aves, en cada temporada primaveral entre 2011 y 2013. Por cuestiones de logística, el área muestreada en cada primavera fue diferente, de tal forma los períodos y espacios evaluados fueron:

(1) En 2011: del 6 de marzo al 13 de abril; una playa de 3 kilómetros de longitud (Fig. 3, punteado blanco).

(2) En 2012: del 14 de marzo al 10 de mayo; el playa anterior más 14 km hacia el sur (17 km; Fig. 3, línea gris oscuro), y

(3) En 2013: del 24 de febrero al 30 de abril; la extensión anterior además de 6 km hacia el sur (23 km; Fig. 3, línea negra).

Los censos se hicieron en diferentes fechas y número de días según la longitud de la playa:

Tabla 1. Esquema de las playas del Golfo de Santa Clara, Sonora evaluadas en cada primavera.

| Muestreo            | 3 km | 17 km | 23 km |
|---------------------|------|-------|-------|
| 2011                | X    |       |       |
| 6/marzo – 13/abril  |      |       |       |
| 2012                |      |       |       |
| 14/marzo – 12/abril | X    |       |       |
| 14/marzo – 10/mayo  |      | X     |       |
| 2013                |      |       |       |
| 3 – 22 marzo        | X    |       |       |
| 23/marzo – 30/abril |      |       | X     |

En todos los casos conté el total de individuos de la especie de interés que estuvieron presentes. Cuando las parvadas fueron de 300 individuos o menos, éstos se contaron directamente. Cuando fueron más grandes, el número se estimó según el método de Howes y Bakewell (1989), en el que se cuenta un subgrupo de aves que sirve como muestra para extrapolar el conteo al resto de la parvada (Kasprzyk y Harrington, 1989). El tamaño del subgrupo dependió de cada parvada, pero en general se trató de entre 10 y 100 individuos (Howes y Bakewell, 1989). Los conteos se llevaron a cabo con ayuda de binoculares (10x) y telescopio (12-40x).

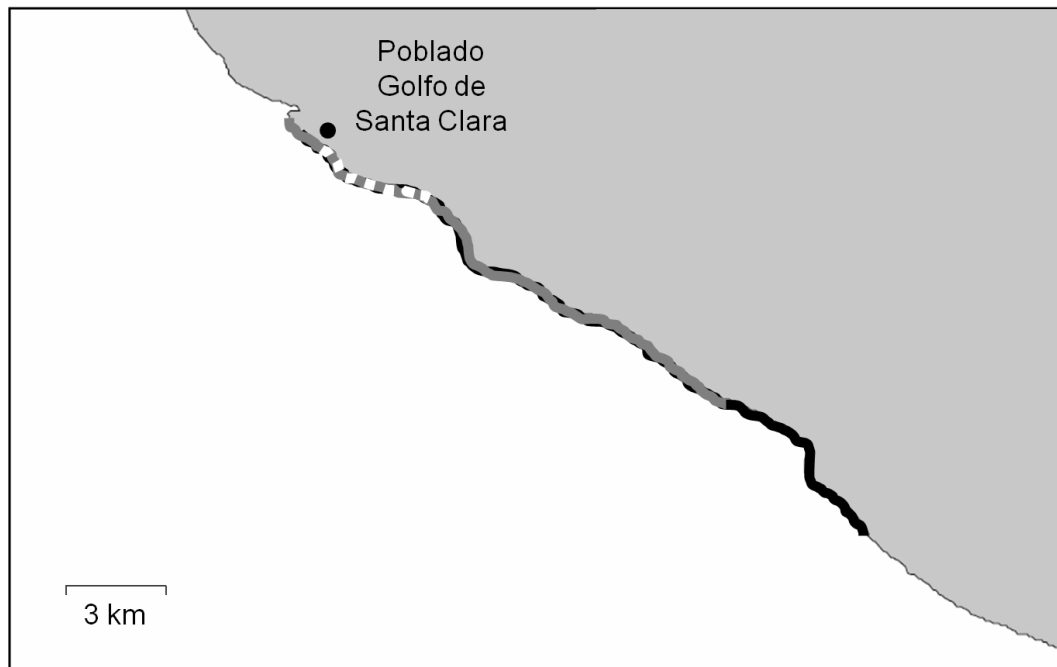


Figura 3. Señalamiento de la playa evaluada en cada temporada: 2011 (punteado blanco), 2012 (línea gris oscuro) y 2013 (línea negra).

Para la determinación de la edad y la masa corporal de los playeros rojizos, éstos se capturaron utilizando dos métodos: (1) seis redes de niebla de 12 m de largo y 3 m de caída, en las que se atrajo a las aves usando una grabación de llamado de alarma de la especie, y (2) red de acción repentina (resorte), en la que un paño de red es impulsado por dos ligas de hule por encima de las aves, cayendo sobre ellas. Ambas redes se colocaron en lugares cercanos a sitios donde se había visto a las aves alimentarse. Las redes de niebla se usaron principalmente en horas de poca luz (antes del amanecer o atardecer), mientras que la red resorte, al ser un método de captura “selectivo”, se usó en un horario diurno. En ambos casos, una vez capturadas, las aves se desenredaron y transportaron en bolsas de tela y cajas plásticas a una estación de procesamiento alejada de las redes, pero desde la cual éstas se podían seguir monitoreando.

A las aves capturadas se les colocó una bandera amarilla con una combinación alfanumérica única de tres dígitos en color negro en la tibia derecha y una bandera roja más pequeña, sin números, en el tarso de la misma pata. Esta combinación amarillo/rojo indica que las aves fueron marcadas en México, y la ubicación en la pata

derecha sirve para diferenciar las aves del GSC de las anilladas en Guerrero Negro, que llevan la misma combinación pero en la pata izquierda (Arce, 2011).

### 3. 2. 2 Edad de las aves

En esta especie sólo es posible discernir entre dos clases de edad: juveniles, aves de menos de un año de vida y adultos, de un año en adelante. La edad de las aves se determinó con base en la coloración del plumaje, ya que las plumas cobertoras de los juveniles tienen bordes negros, mientras que los adultos los tienen blancos (Prater *et al.*, 1977).

### 3. 2. 3 Cambios temporales en la masa corporal

Para registrar los cambios temporales en la masa corporal de las aves utilicé dos métodos. El primero fue la determinación de la masa de todas las aves capturadas, con un dinamómetro ( $\pm 1.0$  g). En el segundo, registré el perfil abdominal de por lo menos el 10% de los individuos presentes de cada parvada (*sensu* Wiersma y Piersma, 1995).

### 3. 2. 4 Cambios temporales en el perfil abdominal

Se utilizó una clasificación de cinco categorías ordinales que van desde un abdomen cóncavo hasta uno notoriamente convexo (Fig. 4; Wiersma y Piersma, 1995). Se determinó el perfil abdominal sólo de individuos que estuvieron a menos de 100 m de distancia, mientras que estos se estaban alimentando y sólo si el viento soplaba desde el frente de manera que no desacomodaran sus plumas y permitieran la evaluación del abdomen (González, Fundación Inalafquen, Argentina, com. pers.).

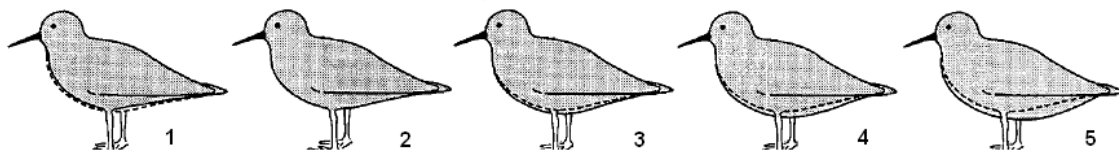


Figura 4. Esquemmatización de los cinco perfiles abdominales (Wiersma y Piersma, 1995, p. 90). Los cambios en la forma del abdomen van desde cóncavo (1) que denota poca grasa acumulada, hasta notoriamente convexo (5), que denota una gran acumulación de grasa.



### 3. 2. 5 Cambios temporales en la muda al plumaje reproductivo

Para monitorear la transición de plumaje básico a plumaje alterno de los playeros registré el color de sus plumas con base en una clasificación modificada de la utilizada por Wiersma y Piersma (1995). Consistió en cuatro categorías ordinales, que van desde el plumaje básico completo (nivel 0) hasta el plumaje alterno (reproductivo) completo (3) y dos niveles intermedios (Fig. 5).



Figura 5. Esquemización de las cuatro categorías de muda de plumaje (modificado de Wiersma y Piersma, 1995). Los cambios en la cantidad de plumas mudadas (en %) van desde plumaje básico (0), hasta plumaje reproductivo completo (3). Fotografías: Víctor Ayala.

### 3. 2. 6 Estimación de las tasas de retorno

Se realizaron observaciones en busca de individuos anillados en el GSC, así como los que han sido marcados en otros sitios como Guerrero Negro, México (Arce, Universidad Autónoma de Baja California Sur, com. pers.), Isla Wrangel, Rusia (Tomkovich, Museo Zoológico de Moscú, Rusia, com. pers.), Nome, Alaska (Johnson, Departamento de Pesca y Vida Silvestre de Anchorage, Alaska, com. pers.) y la bahía de Willapa y el puerto de Harbor, Washington (Buchanan, Departamento de Pesca y Vida Silvestre de Washington, com. pers.). Con ese fin se realizaron recorridos exhaustivos en la playa en los que se examinaron las parvadas con ayuda de un telescopio (15-60x). Para cada avistamiento de un individuo anillado se registró el código y color de la bandera, además de la fecha y la hora. En este caso se utilizó solamente la información de aquellas aves en las que se logró la lectura incuestionable de los caracteres numéricos de la bandera.

El origen de las aves se reconoció según el color de las banderas o anillos. Las aves marcadas en Guerrero Negro llevan una bandera amarilla con código alfanumérico en la tibia izquierda y una bandera roja pequeña en el tarso de la misma pata. Las marcadas en Isla Wrangel, Rusia tienen combinaciones de banderas pequeñas azul

claro y blancas en ambas tibias. Las aves de Alaska llevan una bandera verde claro con código alfanumérico de tres dígitos comenzado con “6”, con tinta negra en la tibia izquierda, un anillo amarillo o azul rey o anaranjado claro en la tibia derecha y un anillo metálico en el tarso derecho. Las aves anilladas en Washington también tienen una bandera verde claro con código alfanumérico comenzando con “7”, “8” o “9”, una bandera blanca en el tarso izquierdo, un anillo amarillo en la tibia derecha y anillo metálico en el tarso izquierdo.

### **3. 3 Análisis estadístico**

Los datos que fueron analizados con pruebas estadísticas se trabajaron con el paquete Statistica 7.0 y en todos los casos se trabajó con un  $\alpha=0.05$ . Para determinar si los datos presentan normalidad y homocedasticidad se realizaron las pruebas Kolmogorov-Smirnov y Cochran, respectivamente. Cuando no se cumplieron estos supuestos, se optó por pruebas no paramétricas equivalentes.

#### **3. 3. 1 Abundancia del playero rojizo**

Debido a la diferencia en la longitud de playa donde se realizaron los conteos en cada temporada y con el objetivo de comparar la abundancia entre primaveras, realicé una gráfica de dos paneles, el primero muestra el promedio y desviación estándar de todos los conteos diarios por semana para el período en que se tuvo cuando menos dos temporadas evaluadas, en el área en común, es decir la playa frente al pueblo (3 km de longitud) y en el segundo presenta el total de cada conteo diario para cada semana en esta misma playa y tiempo. Para estimar la abundancia mínima en cada temporada, grafiqué el número máximo diario de cada semana de playeros rojizos observados en las primaveras 2011-2013.

Los mapas del área de estudio se realizaron con el recurso “maptool” de la página web Seaturtle ([www.seaturtle.org/](http://www.seaturtle.org/)).

#### **3. 3. 2 Edad de las aves**

Con la finalidad de identificar si había diferencias significativas en la proporción de playeros rojizos adultos vs juveniles en cada temporada, realicé una prueba para la diferencia de proporciones de dos poblaciones (una para cada temporada, es decir dos

pruebas), así como otra prueba para la media de dos poblaciones entre la proporción de aves adultas en cada temporada.

### **3. 3. 3 Cambios temporales en la masa corporal**

Realicé la comparación de la masa corporal entre adultos vs juveniles en 2011 y 2012 (prueba U de Mann-Whitney para cada año; Siegel y Castellan, 2005). En los siguientes análisis sólo se incluyeron los datos de las aves adultas, puesto que en juveniles se han observado variaciones amplias (Arce 2011). La masa corporal de los adultos en 2011 vs 2012 fue comparada con una prueba U de Mann-Whitney (Siegel y Castellan, 2005). Para explorar la tendencia de la masa corporal a lo largo de cada temporada, calculé el promedio semanal.

Debido a que el número de aves capturadas en los dos primaveras (2011-2012) fue muy heterogéneo (ver Resultados), cada temporada se dividió en sólo dos períodos: marzo y abril (atendiendo a una separación temporal de las aves, ver Resultados). Con base en esta división, realicé cuatro pruebas U de Mann-Whitney para identificar diferencias significativas: (1) entre períodos en cada temporada (*i. e.* marzo vs. abril en 2011 y 2012), y (2) al comparar los dos períodos entre años (*i. e.* 2011 vs. 2012 en marzo y abril).

### **3. 3. 4 Cambios temporales en el perfil abdominal**

Con la finalidad de justificar la idoneidad del uso del perfil abdominal como un indicativo de la grasa corporal acumulada en la subespecie *C. c. roselaari* en el Golfo de Santa Clara, determiné el coeficiente de correlación de Spearman (Siegel y Castellan, 2005), entre la masa corporal (g) y el perfil abdominal de los playeros capturados en 2011. Las diferencias en porcentaje de las categorías de perfil abdominal para las tres temporadas se exploraron de manera gráfica.

### **3. 3. 5 Cambios temporales en la muda al plumaje reproductivo**

El porcentaje de cada categoría que documenta la muda al plumaje reproductivo para las tres temporadas se exploró de manera gráfica.

### **3. 3. 6 Estimación de las tasas de retorno**

Estimé la tasa de retorno de cada temporada como el porcentaje de playeros registrados en una primavera que fueron reobservados la primavera siguiente. Esta tasa de retorno se fraccionó según su lugar de anillamiento (Golfo de Santa Clara, Guerrero Negro, Washington, Alaska o Rusia). Calculé el número de días de estancia estimados como el promedio de días transcurridos desde la fecha de primera hasta la última reobservación de cada individuo identificado. Finalmente, siguiendo una separación aparente de dos grupos de aves (marzo y abril), realicé un análisis de varianza de dos vías entre el número de días de estancia de cada grupo según la temporada y período de observación.

## 4. Resultados

---

### 4. 1 Abundancia del playero rojizo

Realicé 125 conteos de playeros rojizos: 31 en 2011, 42 en 2012 y 52 en 2013. Debido a la diferencia en el esfuerzo de muestreo en cada primavera, la comparación de abundancia entre años (para al menos dos temporadas), fue posible sólo para las seis semanas en que hubo muestreos coincidentes en la playa de 3 kilómetros de longitud (Fig. 6). Los valores promedio de abundancia más bajos se observaron en 2011, mientras que los más altos en 2012 aunque esta temporada presentó la mayor variabilidad (Fig. 6A). En 2011 la abundancia diaria varió entre 100 y 550 aves, mientras que en 2012 durante la semana del 31-marzo al 6-abril registré abundancias mayores, de hasta 3,100 playeros rojizos. En 2013, el máximo registrado fue de 1,200 aves en día de la semana del 17 al 23-marzo (Fig. 6B).

Con el objetivo de estimar la abundancia mínima de los playeros rojizos en la playa al sur del Golfo de Santa Clara, utilicé el número máximo de aves observadas en un día como la abundancia mínima en cada semana. En 2011, al menos 570 playeros rojizos utilizaron la playa de 3 kilómetros hacia el sur del GSC, durante la última semana de marzo (Fig. 7).

En 2012 el esfuerzo de muestreo fue mayor, pues recorrí 17 kilómetros de playa (incluidos los 3 km de la temporada anterior). Observé dos picos marcados de abundancia (4,804 aves el 31 de marzo y 4,231 el 19 de abril) y, posteriormente, una disminución súbita (Fig. 8).

En 2013 muestreé 23 kilómetros (incluidos los 17 km de la temporada anterior). Las mayores abundancias de esta temporada las observé la primera mitad de abril, y por lo menos 4,500 playeros rojizos utilizaron la playa esa primavera (Fig. 9).

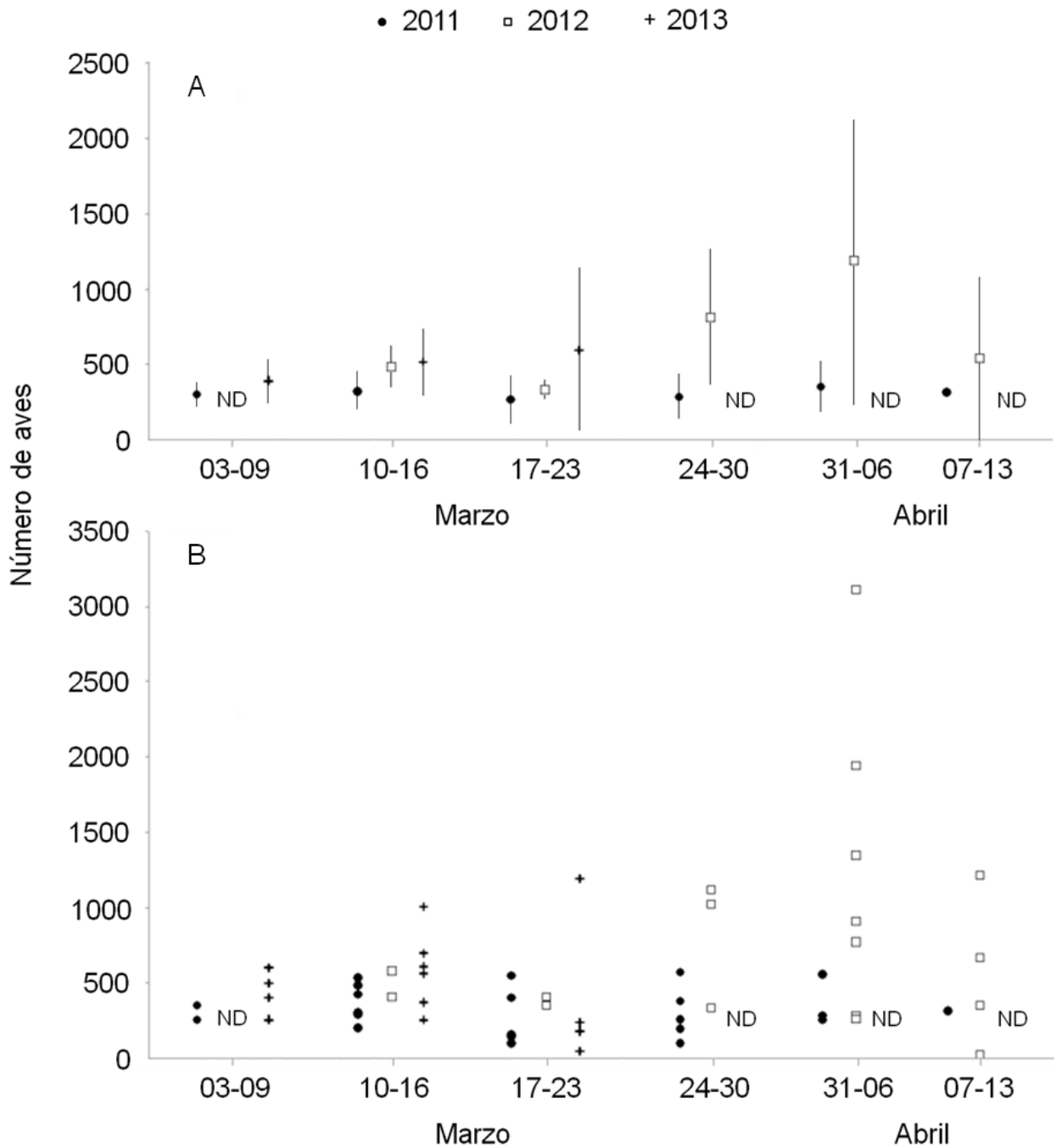


Figura 6. A) Abundancia promedio en cada semana de los playeros rojizos en la playa de 3 kilómetros al sur del poblado Golfo de Santa Clara, Sonora. B) Datos de todos los conteos diarios en cada semana. ND= sin observaciones.

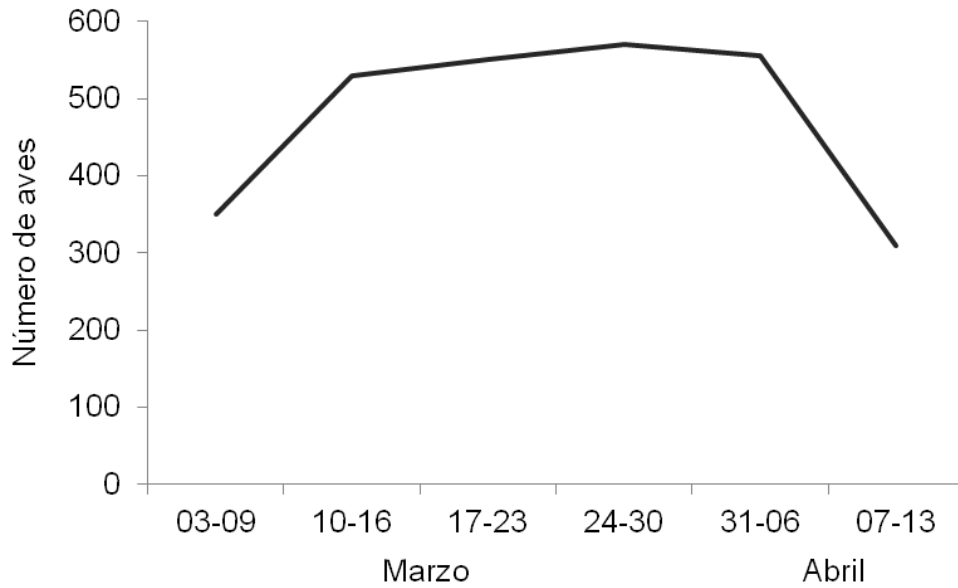


Figura 7. Abundancia máxima de los playeros rojizos de un día en cada semana durante la primavera 2011, en una playa de 3 km al sur del Golfo de Santa Clara, Sonora.

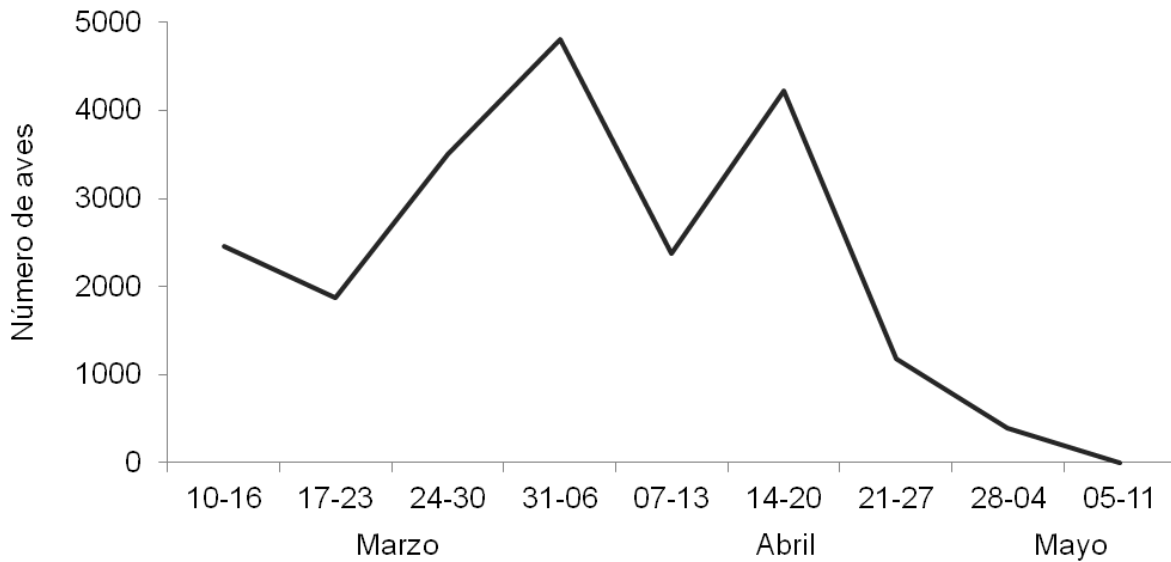


Figura 8. Abundancia máxima de los playeros rojizos en un día en cada semana durante la primavera 2012, en una playa de 17 km al sur del Golfo de Santa Clara, Sonora.

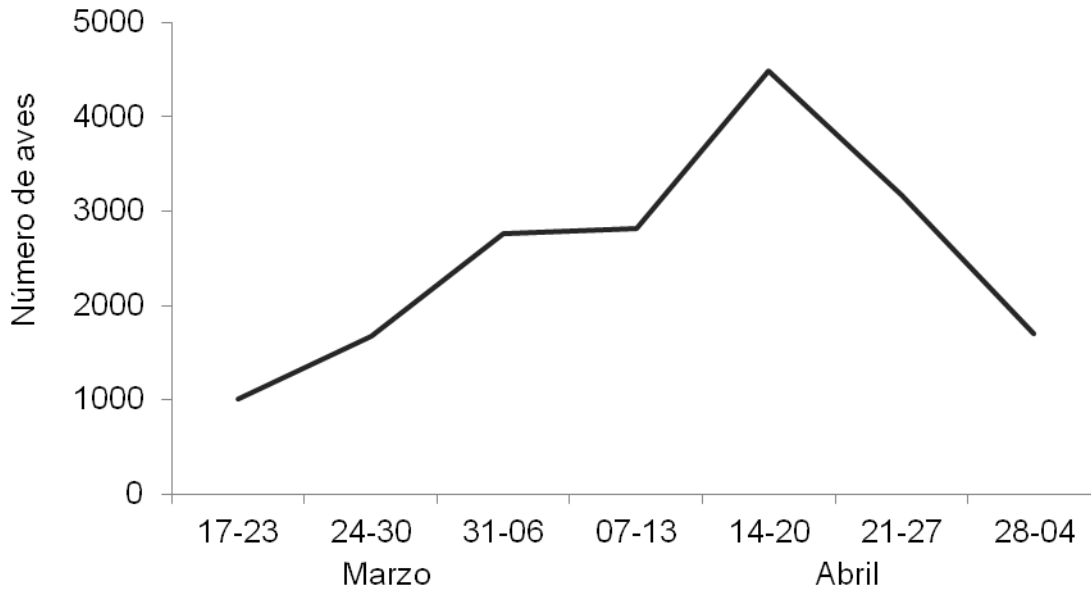


Figura 9. Abundancia máxima de los playeros rojizos en un día en cada semana durante la primavera 2013, en una playa de 23 km al sur del Golfo de Santa Clara, Sonora.

#### 4. 2 Edad de las aves

Capturé un total 86 playeros rojizos, 60 en 2011 y 26 en 2012. Del total, 10 (11.6%) eran juveniles y 76 (88.4%) eran adultos. En ambas temporadas hubo una proporción significativamente mayor de adultos que de juveniles ( $t_{58}=5.92$ ,  $p<0.001$  en 2011 y  $t_{24}=3.93$ ,  $p<0.001$  en 2012; Tabla 2). No hubo diferencias significativas en la proporción de adultos entre temporadas ( $t_{74}=0.02$ ,  $p=0.50$ ).

Tabla 2. Número de playeros rojizos capturados durante dos primaveras en el Golfo de Santa Clara, Sonora, separados por grupo de edad. Se muestran entre paréntesis los porcentajes respecto al total de cada primavera.

|           | Primavera – 2011 | Primavera - 2012 | Total     |
|-----------|------------------|------------------|-----------|
| Juveniles | 7 (11.7)         | 3 (11.5)         | 10 (11.6) |
| Adultos   | 53 (88.3)        | 23 (88.5)        | 76 (88.4) |
| Total     | 60               | 26               | 86        |



### 4. 3 Cambios temporales en la masa corporal

Los adultos fueron significativamente más pesados que los juveniles en 2011 ( $n=56$ ,  $U=57.0$ ,  $p=0.04$ ; Fig. 10), pero no en 2012 ( $n=26$ ,  $U=28$ ,  $p=0.60$ ; Fig. 10). Con la finalidad de evitar sesgos debido a la clase de edad, en los siguientes análisis sólo se incluyen los datos de las aves adultas.

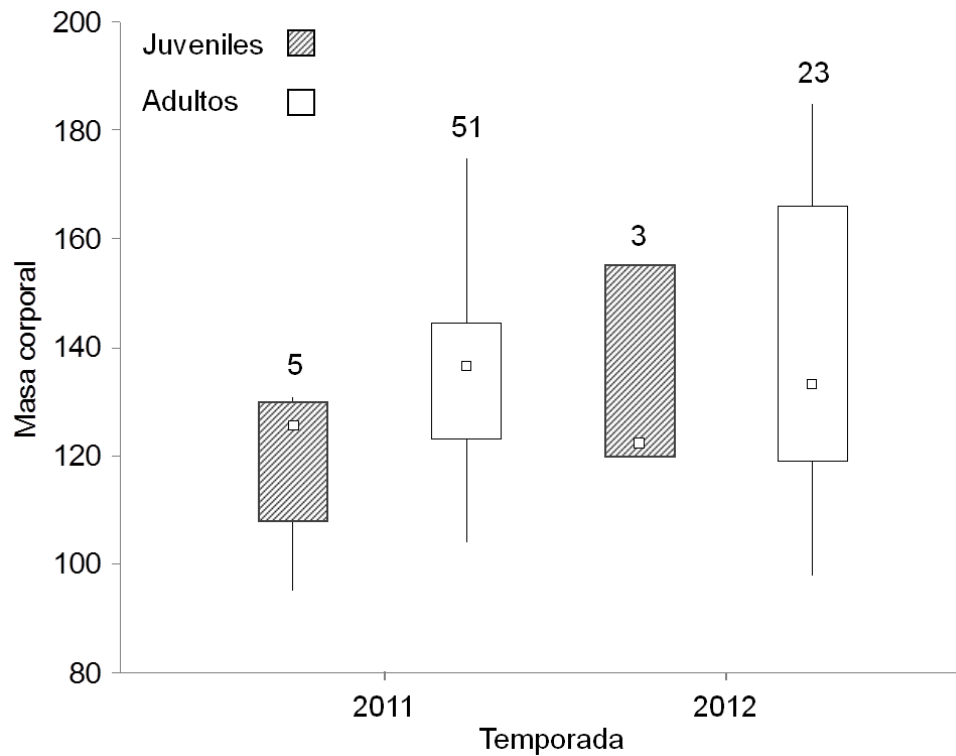


Figura 10. Masa corporal (g) de los playeros rojizos separados por clase de edad y temporada. El gráfico muestra la mediana (recuadro interior), el 50% de las observaciones (recuadro exterior) y valor mínimo y máximo (barras verticales). Hubo diferencias significativas entre grupos de edad sólo para los datos del 2011.

A lo largo de las dos primaveras (2011 y 2012), la masa exhibió fluctuaciones pero, en promedio, los valores mayores se registraron al final de cada temporada (Fig. 11).

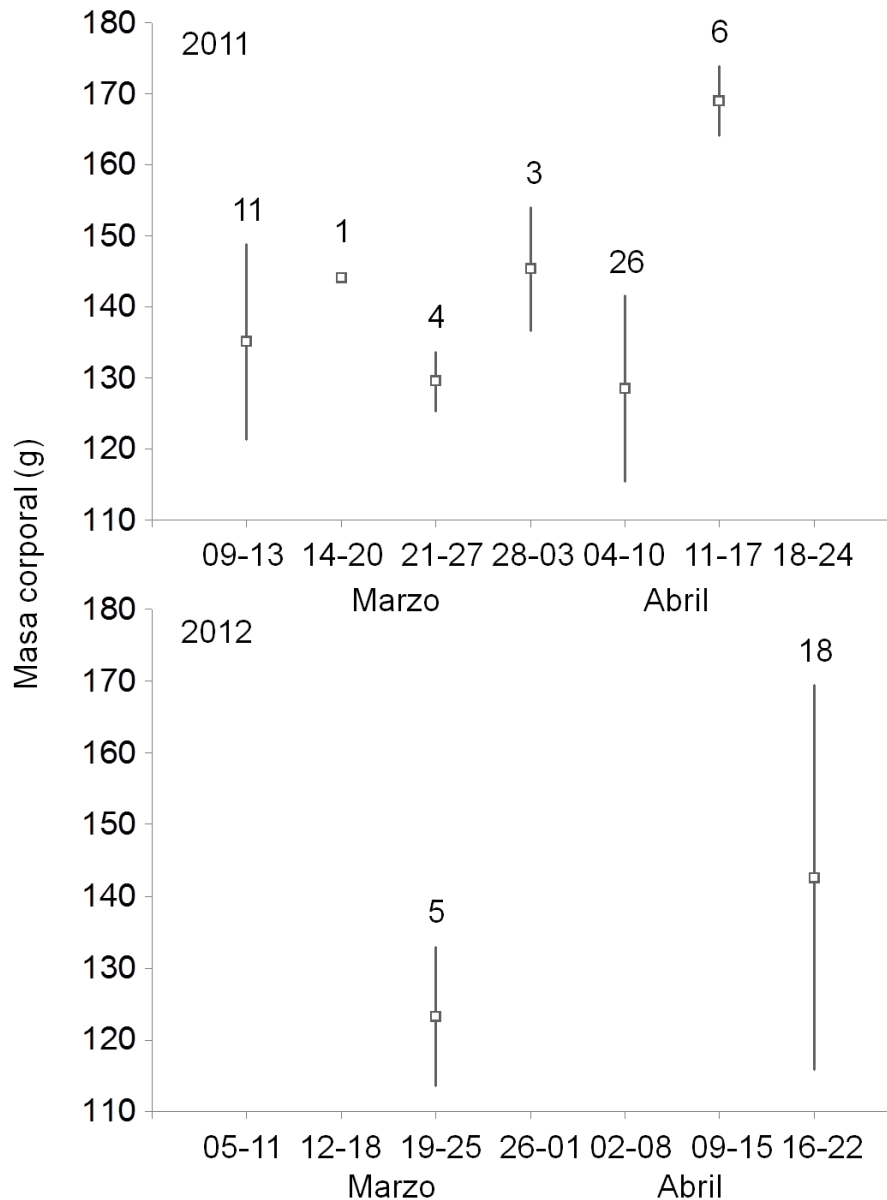


Figura 11. Promedio (recuadro) y desviación estándar (barras verticales) de la masa corporal semanal (g) de los playeros rojizos capturados en el Golfo de Santa Clara en 2011 y 2012. El número sobre la barra indica la cantidad de individuos analizados cada semana.

La masa corporal de los playeros rojizos adultos no fue significativamente diferente entre años ( $U=581.5$ ,  $p=0.95$ ). El número de aves capturadas a lo largo de cada temporada fue heterogéneo, por lo que se dividieron sólo en dos períodos, atendiendo una separación temporal aparente de dos grupos de playeros rojizos (ver Tasa de retorno): marzo y abril. No se encontraron diferencias significativas entre estos períodos en cada temporada ( $U=271$ ,  $p=0.85$  en 2011 y  $U=27.5$ ,  $p=0.19$  en 2012; Fig. 12). Sí

hubo diferencia al comparar “marzo” entre años pero no en el período “abril” entre años ( $U=15.0$ ,  $p=0.03$  y  $U=280.0$ ,  $p=0.51$ , respectivamente; Fig. 12).

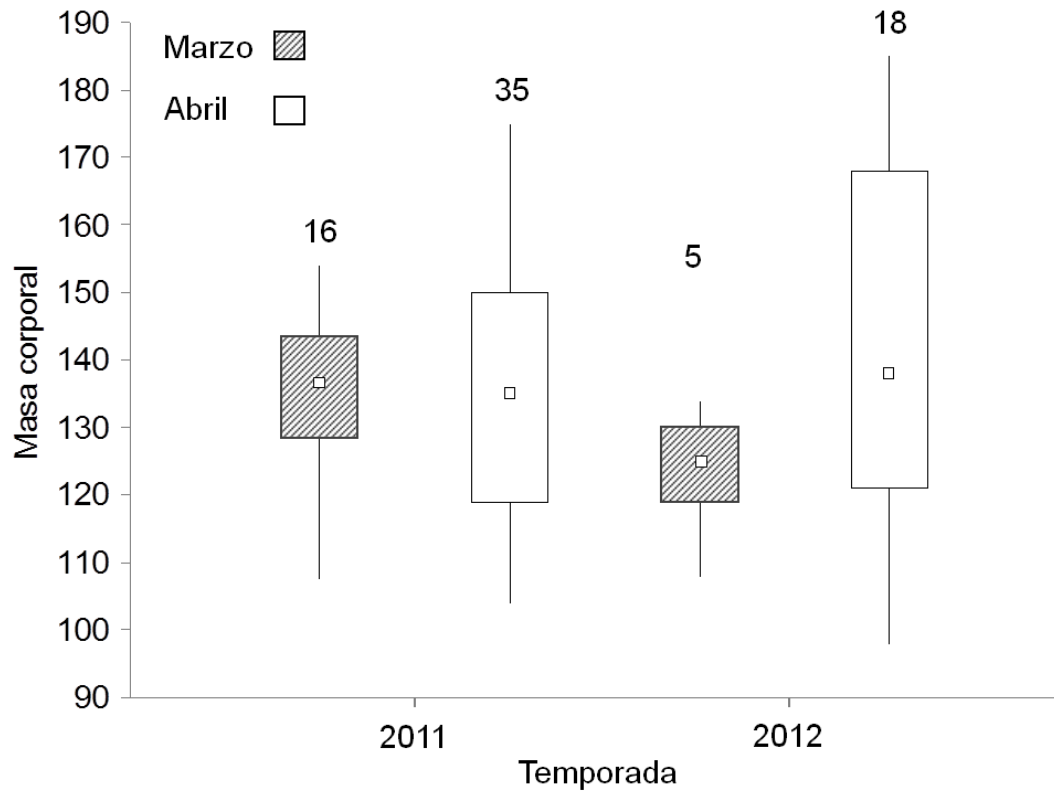


Figura 12. Masa corporal (g) de los playeros rojizos adultos, por temporada y período del año: marzo y abril. Se muestra la mediana (recuadro interior), el 50% de las observaciones (recuadro exterior) y el valor mínimo y máximo (barras verticales). Se encontró diferencia sólo en el período “marzo” entre temporadas.

#### 4. 4 Cambios temporales en el perfil abdominal

El perfil abdominal de las aves capturadas en 2011 y su masa corporal estuvieron correlacionadas significativamente de manera positiva ( $r_s=0.75$ ,  $p<0.01$ ; Fig. 13).

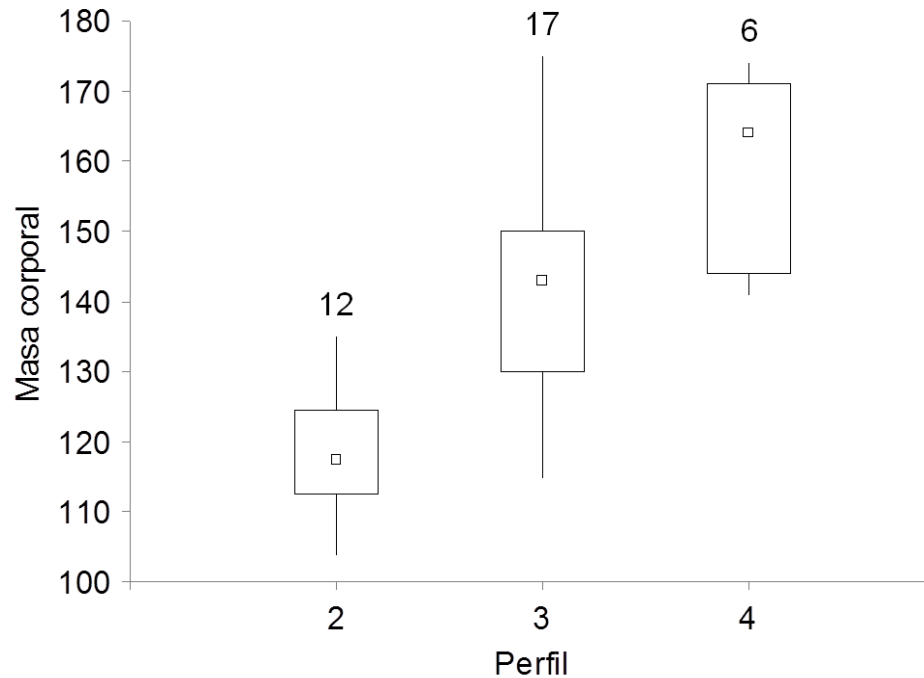


Figura 13. Relación entre la masa corporal y el perfil abdominal de los playeros rojizos capturados en la primavera 2011 en el Golfo de Santa Clara, Sonora. Se muestra la mediana (recuadro interior), el 95% de las observaciones (recuadro exterior) y mínimo-máximo (barras verticales).

Realicé 10,229 observaciones de perfil abdominal de playeros rojizos: 1,895 en 2011, 1,719 en 2012 y 6,615 en 2013. La distribución de frecuencias de aparición de los perfiles fue similar en los tres años. Al inicio de la primavera hubo algunos individuos muy esbeltos (perfil 1) y predominaron aquellos con perfil 2 (aves delgadas). El perfil aumentó constantemente hasta que la mayoría de los individuos tuvieron perfiles 3, 4 y 5 en abril. En 2012 esta tendencia se interrumpió en la segunda semana de abril, cuando cerca del 30% de las aves observadas tuvieron un perfil tipo 2, y finalmente aumentó el número de aves robustas, con perfiles 4 y 5. Es importante resaltar que en 2012 y 2013 observé la presencia de algunos individuos muy delgados (perfiles 1 y 2) en la penúltima y última semana de temporada (Fig. 14).

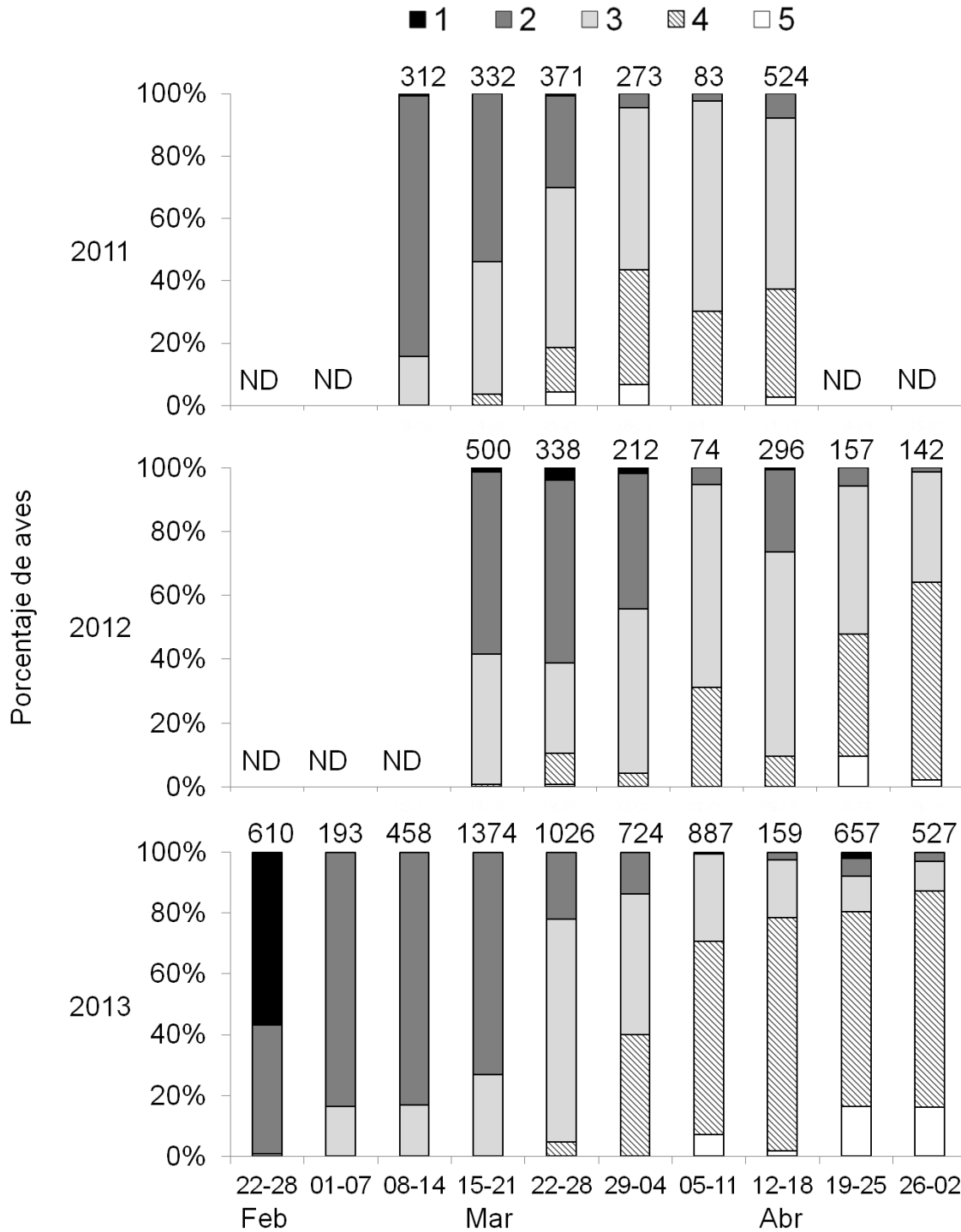


Figura 14. Frecuencia semanal de los perfiles abdominales observados en el playero rojizo durante las primaveras 2011-2013, en el Golfo de Santa Clara, norte del Golfo de California (cantidad de aves expresada en porcentaje). Aves muy delgadas (perfil 1), aves muy robustas (perfil 5). ND=sin observaciones. El número sobre la barra indica la cantidad de aves observadas.

#### **4. 5 Cambios temporales en la muda al plumaje reproductivo**

Realicé 10,566 observaciones de coloración del plumaje de playeros rojizos: 1,894 en 2011, 1,719 en 2012 y 6,953 en 2013. La distribución de las categorías de la coloración del plumaje entre años fue similar. A principios de cada primavera (hasta la segunda semana de marzo en 2011 y 2013, y la tercera en 2012), más del 60% de los individuos presentaron coloración 0 (sin plumas reproductivas), el resto tenían mayormente coloración 1 (playeros con plumaje principalmente básico). A medida que avanzaron las temporadas, la frecuencia de aves con plumaje reproductivo aumentó, hasta que la más del 50% de los individuos presentó coloración 3 (completamente o casi completamente reproductivo), típicamente a finales de abril. En las tres temporadas dicho incremento se interrumpió en la segunda y tercera semana de abril, respectivamente, cuando aumentó a ~10-30% el número de individuos con plumaje poco colorido (0 y 1) y cerca del 30% de las aves tuvieron coloración 2. Después predominaron nuevamente las aves con plumaje casi o completamente reproductivo (coloración 3). De nuevo resalta en 2012 y 2013 la presencia de algunos individuos con plumaje básico (0), en la penúltima y última semana de temporada (Fig. 15).

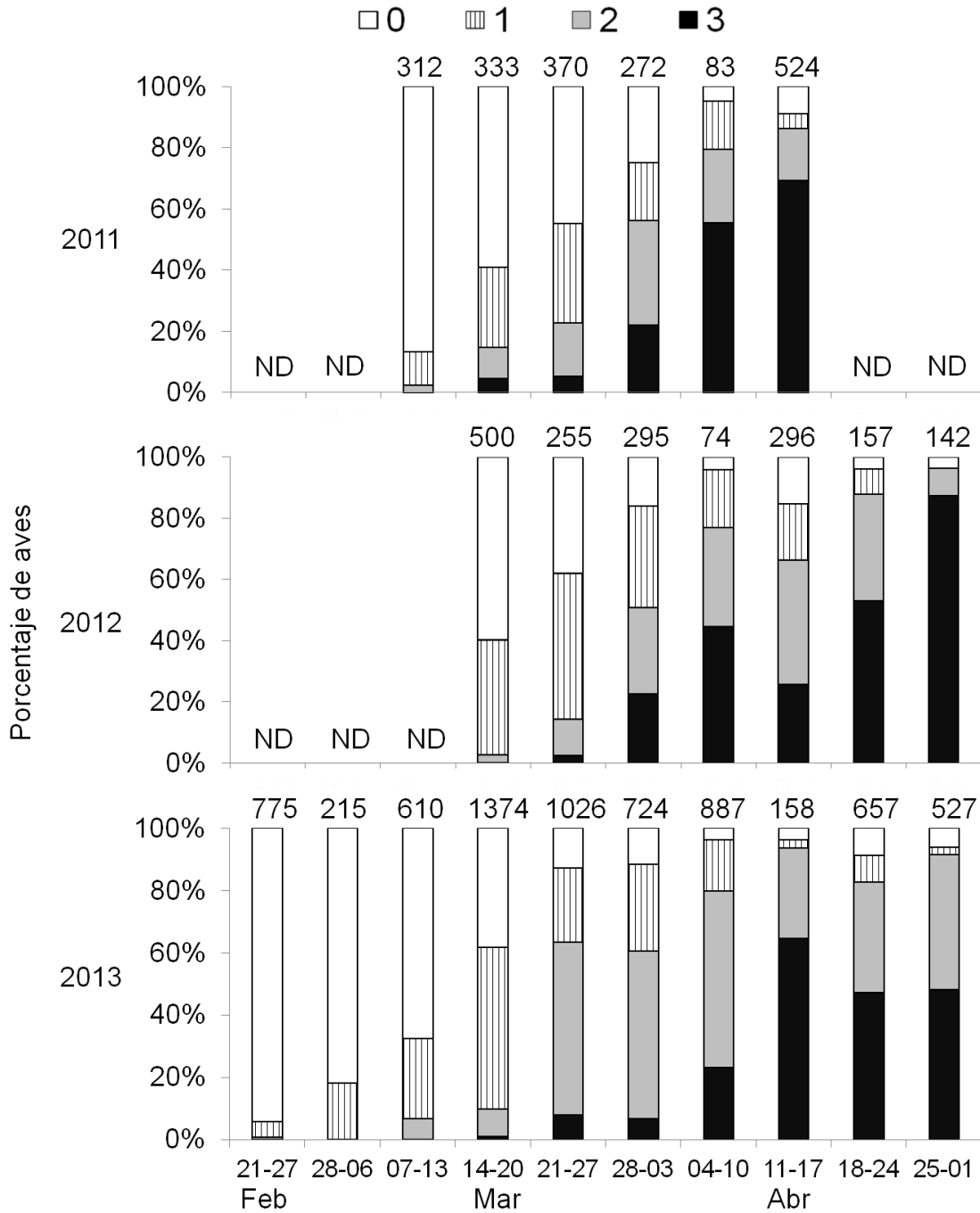


Figura 15. Frecuencia semanal de la coloración del plumaje observada en el playero rojizo durante las primaveras 2011-2013, en el Golfo de Santa Clara (cantidad de aves expresada en porcentaje). Aves con plumaje básico (coloración 0), aves con plumaje reproductivo completo (coloración 3). ND=información no disponible; n=número de aves observadas.

#### 4. 6 Estimación de las tasas de retorno

Al considerar todos los registros de aves anilladas tanto en el GSC como en cualquier otro sitio, en la primavera 2011, 2012 y 2013 reobservé a 76, 128 y 147 individuos, respectivamente. La tasa de retorno de individuos observados en la temporada anterior inmediata en el Golfo de Santa Clara fue de 52% en 2011, 58% en 2012 y 44% en 2013.

Respecto al lugar de marcado, la mayoría de las aves que reavisté en el Golfo de Santa Clara fueron anilladas en Guerrero Negro, seguido del propio GSC, el puerto de Grays y bahía de Willapa, Washington, Nome, Alaska e Isla Wrangel, Rusia. Sin embargo, al expresar la cantidad de individuos respecto al total anillado en cada sitio, se observa que la fracción mayoritaria (al menos el 30%) de los playeros reobservados son de los anillados en el mismo GSC (Tabla 3).

Tabla 3. Número de playeros rojizos reobservados en el Golfo de Santa Clara y porcentaje respecto al total anillado (en cada sitio), durante las primaveras 2011-2013.

|      | GSC (%) | GN (%)  | WA (%) | AK (%) | RU (%) | Total |
|------|---------|---------|--------|--------|--------|-------|
| 2011 | 27 (30) | 46 (6)  | 0 (0)  | 1 (1)  | 2 (4)  | 76    |
| 2012 | 42 (47) | 66 (8)  | 12 (7) | 4 (3)  | 4 (7)  | 128   |
| 2013 | 36 (40) | 92 (11) | 10 (6) | 7 (5)  | 2 (4)  | 147   |

Golfo de Santa Clara, Sonora (GSC); Guerrero Negro, BCS (GN); puerto de Grays y bahía de Willapa, Washington (WA); Nome, Alaska (AK); e Isla Wrangel, Rusia (RU).

La cantidad de reobservaciones realizadas en cada primavera (expresadas como porcentaje del total de aves anilladas en cada sitio), es decir sin distinguir si un individuo en particular fue visto en más de una semana, con respecto al lugar de marcado no exhibió un patrón claro ni dentro de la misma primavera ni entre años (Fig. 16).



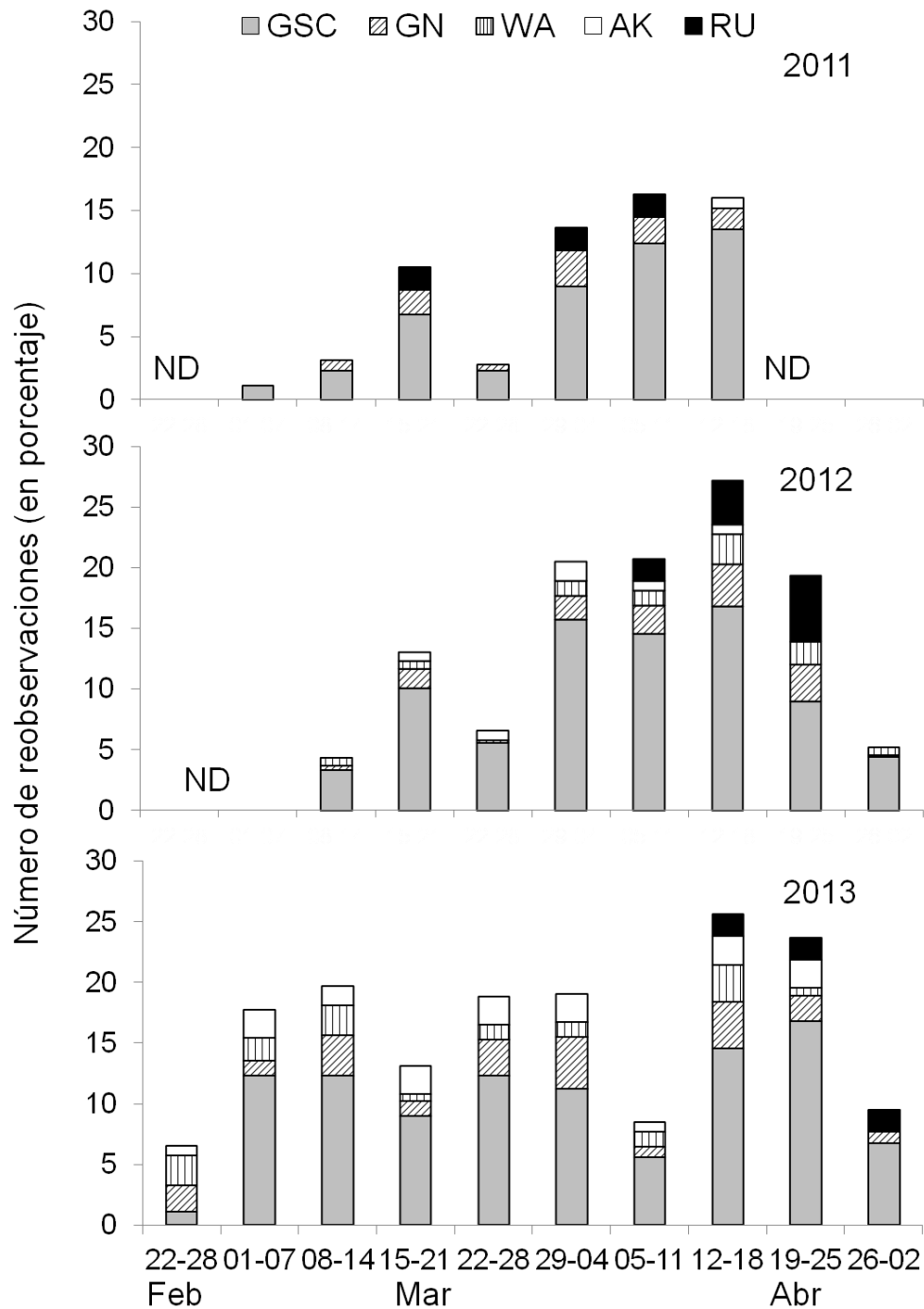


Figura 16. Porcentaje de reobservaciones de los playeros rojizos anillados (respecto al total de aves marcadas en cada sitio), por semana durante las primaveras 2011-2013 en el Golfo de Santa Clara, Sonora. Se indica el sitio donde fueron marcadas: Golfo de Santa Clara (GSC); Guerrero Negro, B.C.S. (GN); puerto de Grays y bahía de Willapa, Washington (WA); Nome, Alaska (AK); e Isla Wrangel, Rusia (RU).

Con base en las fechas de primer registro de cada individuo a lo largo de las temporadas, hubo una separación aparente de dos grupos de aves. Es decir, hubo dos arribadas de individuos nuevos: un grupo al principio de cada temporada (las aves avistadas por primera vez, hasta la tercera semana de marzo) y otro independiente a la mitad de la primavera (entre los últimos días de marzo y la tercera semana de abril; Fig. 17).

Respecto al número de individuos identificados en los dos grupos, en las tres temporadas fue mayor el número de individuos del primero. El análisis de varianza de dos vías mostró diferencias significativas entre los días de estancia de los grupos por temporada ( $F_{2,1}=22.87$ ,  $p<0.001$ ), por período ( $F_{1,1}=102.42$ ,  $p<0.001$ ), y la interacción temporada-período ( $F_{2,1}=10.70$ ,  $p<0.001$ ; Tabla 4).

Las aves marcadas en el Golfo de Santa Clara han sido observadas en tres sitios de su ruta migratoria: Guerrero Negro, 14 aves reobservadas (Arce, com. pers.; 16% respecto a las 89 marcadas en el Golfo de Santa Clara); costa sur de Washington, 15 individuos (Buchanan, com. pers.; 17%) y en Gustavus Forelands, Alaska un individuo (Johnson, com. pers.; 1.1%).

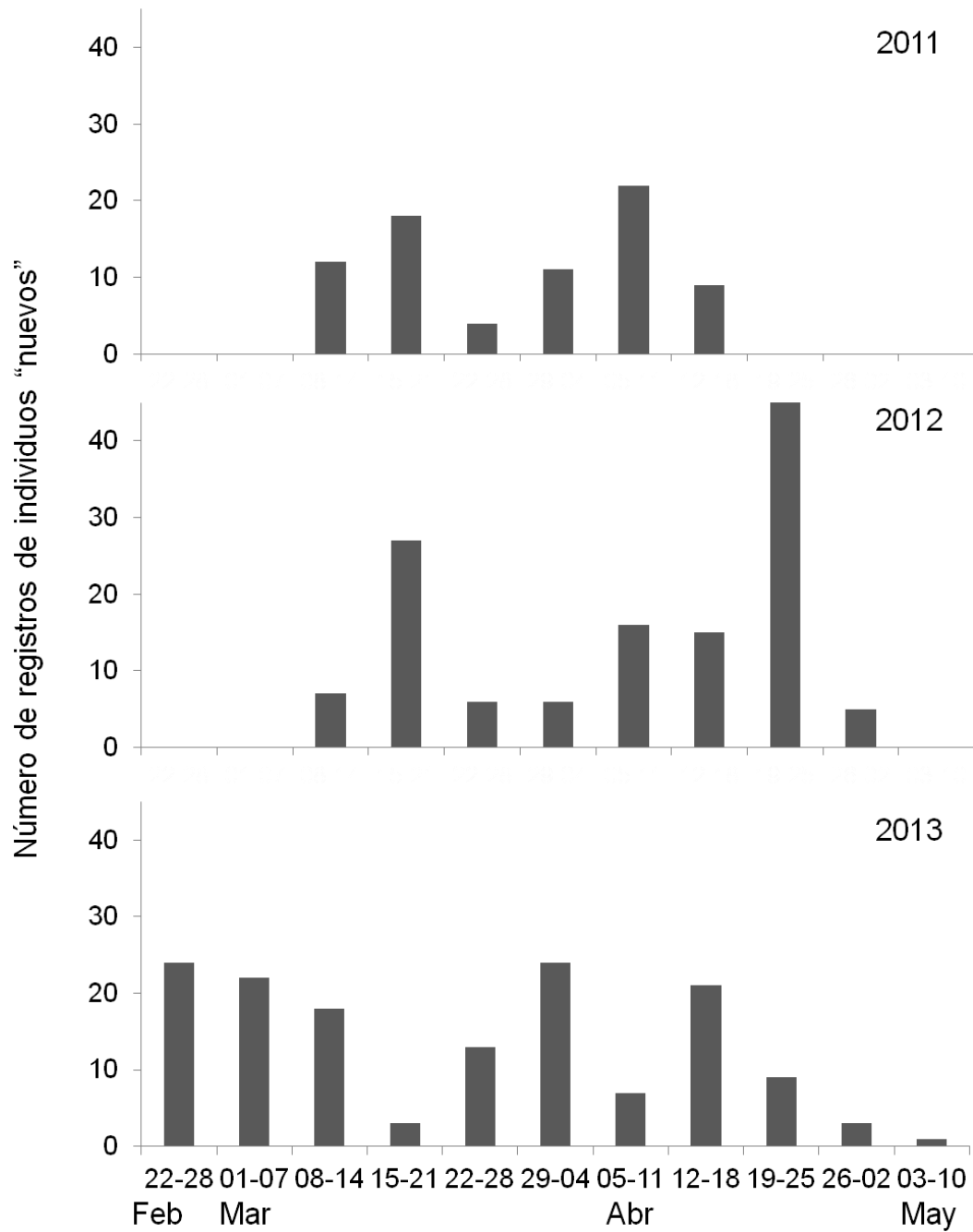


Figura 17. Número de registros de playeros rojizos "nuevos" identificados individualmente en la playa del Golfo de Santa Clara durante las primaveras 2011-2013.

Tabla 4. Período de observación, número de individuos y estancia promedio de los dos grupos de playeros rojizos (en cada temporada) identificados con la reobservación de registros “nuevos” en el Golfo de Santa Clara, Sonora.

| Temporada | Grupo | Período de observación | Número de individuos | Estancia promedio (días) |
|-----------|-------|------------------------|----------------------|--------------------------|
| 2011      | 1     | 9/mar – 4/abr          | 48                   | 11                       |
|           | 2     | 5 – 14/abr             | 28                   | 3                        |
| 2012      | 1     | 14/mar – 18/abr        | 98                   | 11                       |
|           | 2     | 19 – 27/abr            | 27                   | 1                        |
| 2013      | 1     | 22/feb – 28/mar        | 80                   | 29                       |
|           | 2     | 29/mar – 6/may         | 65                   | 5                        |

## 5. Discusión

---

### 5. 1 Abundancia del playero rojizo

Los valores de abundancia observados durante las primaveras 2011-2013 en el Golfo de Santa Clara revalúan la importancia del área como sitio de paso migratorio, el único descrito para México (Hernández-Alvarez, 2011). El área fue utilizada por cuando menos 4,800 aves (el número máximo observado en un día en 2012), pero esta cantidad podría ser mayor puesto que presumiblemente dos grupos diferentes de aves utilizaron el área (ver Tasa de retorno). Así, en la primavera de 2012 la playa habría sido utilizada por, cuando menos, unos 6,600 playeros rojizos (la suma de la abundancia posterior al primer repunte más la diferencia entre esta cantidad y el número de playeros rojizos del segundo repunte). El número máximo observado en un día en el Golfo de Santa Clara (4,804 playeros), representa el 28% de la población estimada de esta subespecie (17,000 individuos según la estimación más reciente; Andres *et al.*, 2012). Esta abundancia aumentaría hasta 40% al considerar el paso de dos oleadas migratorias.

Los valores de abundancia reportados aquí contrastan con algunos de los registros previos para la especie en el área. Por ejemplo, Grinnell (1928) observó únicamente tres individuos en San Felipe, B. C. (70 km al sur del delta del río Colorado, en adelante DRC) en abril de 1926. En una revisión de las investigaciones sobre la avifauna de los humedales de Baja California (incluido el DRC), Massey y Palacios (1994) no enlistaron al playero rojizo para esta zona. Por último, Mellink *et al.* (1997) realizaron censos por tierra y aire en el DRC entre 1993 y 1994 y registraron únicamente 40 playeros rojizos durante el vuelo en marzo de 1994.

En contraste, sí concuerdan con algunas otras observaciones de abundancias altas: Van Rossem (1945) reportó que *Calidris canutus* era la especie más abundante, “en parvadas de cientos” en el estero Tóbari, Sonora (a 670 km al sur del DRC) del 26 abril al 1 mayo de 1930. Russell y Monson (1998) mencionan que en la costa de Sonora el playero rojizo es una especie “transeúnte bastante común” y “residente de invierno”, e

incluso la reportan como “numerosa”. En Puerto Peñasco (110 km al sur del DRC) se registraron 144 aves durante el “Christmas Bird Count” de 1981 (19 de diciembre) y más de 100 individuos en abril de 1973. Además, mencionan que se observaron más de 375 individuos en el Golfo de Santa Clara en enero de 1985 mientras se alimentaban junto a playeritos blancos (*C. alba*). R.E. Wurster observó más de 1,500 playeros rojizos el 28-29 de marzo de 1985 en San Felipe (Patten *et al.*, 2001). Gómez-Sapiens y Soto-Montoya (2005) registraron 676 playeros rojizos a lo largo de un año (sin especificar fechas de observación) en la playa al norte del Golfo de Santa Clara (GSC). Más recientemente, Soto-Montoya *et al.* (2009), reportaron un grupo de playeros rojizos veraneantes (máximo de 1,900 individuos en junio) en la playa norte del GSC y, finalmente, en 2010 yo describí el uso de la zona adyacente al GSC, una playa lodosa hacia el norte (de 4 km de longitud) y otra arenosa hacia el sur (7 km) durante la migración primaveral de 2010, cuando encontré un máximo de 842 individuos en la playa sur (arenosa) el 31 de marzo (Hernández-Alvarez, 2011).

Es probable que el contraste en la abundancia reportada en los estudios arriba mencionados sea producto de las diferencias en las áreas muestreadas, puesto que la distribución y presencia de los playeros rojizos en la región del Alto Golfo de California parece responder primeramente a la disponibilidad de los huevos de pejerrey, el alimento principal consumido en esta zona. Por lo tanto, opino que dichas diferencias son un sesgo asociado con los muestreos, más que cambios reales en la población.

Con base en el patrón de distribución del playero rojizo en el Golfo de Santa Clara detectado en 2010 (Hernández-Alvarez, 2011), el esfuerzo en el trabajo presente se enfocó en la primavera y en la playa arenosa cercana al GSC, donde se habían obtenido el 80% de los registros. Sin embargo, el presente trabajo también incluyó un área de hasta 23 km al sur. Probablemente por ello los valores de abundancia registrados fueron de tres a cinco veces mayores que la de 2010. Esto implica que la estimación anterior del 80% de los individuos en la playa cercana al GSC en 2010, puede ser errónea ya que el área de ocupación es mayor. También, sugiere la necesidad de hacer censos de abundancia más allá de los 23 kilómetros evaluados en este estudio.

La abundancia del playero rojizo parece estar relacionada directamente con la disponibilidad de recursos alimenticios. En la playa arenosa del GSC la principal fuente de consumo son los huevos del pez pejerrey (*Leuresthes sardina*; Hernández-Alvarez, 2011), una especie que desova sobre la línea de costa sólo en sustratos arenosos (Walker, 1949; Thomson y Muench, 1976). Los desoves de este pez ocurren dentro de los dos a cuatro días posteriores de las lunas llena y nueva (mareas vivas) y desde febrero hasta agosto, aunque la mayor abundancia se registra en marzo y abril (Thomson y Muench, 1976). En cuanto la marea alcanza su punto más alto y comienza a bajar, los peces salen del agua y ascienden varios centímetros para expulsar el semen mientras las hembras se entierran en la arena en posición vertical para expeler los huevos que quedan a 5-6 cm de profundidad (Walker, 1949; Thomson y Muench, 1976). La distribución de los huevos de pejerrey no es homogénea a lo largo de la línea de costa pues los peces evitan pequeñas ensenadas, áreas rocosas y fangosas e incluso, algunas zonas arenosas; estas últimas sin un motivo aparente.

En los días posteriores al desove, cuando las aves playeras “descubren” un área abundante en este recurso, las especies grandes y con picos más largos, como el picopando canela (*Limosa fedoa*) y el playero pihuihuí (*Tringa semipalmata*), remueven la arena para crear una entrada hacia el hueco donde se encuentran los huevos, permitiendo así el acceso a las especies medianas (como el playero rojizo) y otras pequeñas con picos más cortos como el playerito occidental (*Calidris mauri*). Este aprovechamiento conlleva el cambio de hábitat alimenticio de las aves playeras en general, y del playero rojizo en particular, de playas lodosas a las arenosas (Hernández-Alvarez, 2011). En el GSC mientras se alimentan de los huevos de pejerrey, los playeros rojizos exhiben una tolerancia alta a la perturbación, desde el paso de personas caminando, la persecución por perros y hasta el tránsito frecuente de vehículos todo terreno. Ante estos factores, la respuesta más común de los playeros es volar hacia la línea de costa próxima y una vez que la fuente de perturbación se ha alejado vuelven al mismo sitio para continuar alimentándose, conducta que se puede repetir durante todo el día (observación personal).

En general, los playeros rojizos durante la temporada no reproductiva se alimentan principalmente de invertebrados pequeños (bivalvos, caracoles y crustáceos; González

*et al.*, 1996; Hernández *et al.*, 2004; Espoz *et al.*, 2008). Sin embargo, en su paso primaveral por la bahía de Delaware en la costa del Atlántico, los playeros (*C. c. rufa*) que invernán en Tierra del Fuego (Argentina y Chile), norte de Brasil y la costa del Golfo de México (Florida), se alimentan de los huevos del cangrejo cacerola (*Limulus polyphemus*; Karpanty *et al.*, 2006; 2011). Este es un recurso semejante a los huevos de pejerrey en GSC. Incluso, la sobrepesca del cangrejo cacerola por parte del hombre ha causado disminuciones notorias en la población del playero rojizo del Atlántico (Baker *et al.*, 2004; Karpanty *et al.*, 2011).

Durante los eventos de desove del pejerrey en el Golfo de Santa Clara, los habitantes locales pescan a los peces tanto con la mano (atrapándolos cuando salen del agua) como con redes de enmalle agallera (“chinchorros” de hasta 15 m de longitud), lo que resulta en grandes cantidades de peces extraídos. En este momento no se puede determinar el impacto de ello sobre la población de playero rojizo, pero, puesto que no existe ningún reglamento que regule los métodos ni cuotas de captura, parece necesario iniciar acciones de manejo del pejerrey para beneficio del playero rojizo y otras aves.

El único sitio de invernación consistente descrito para la subespecie del Pacífico es Guerrero Negro, B.C.S., a 450 km al suroeste del GSC, donde se han registrado más de 6,500 playeros rojizos en los últimos siete inviernos (Carmona *et al.*, 2006; 2008; Arce, 2011). Estos playeros abandonan dicha área entre febrero y marzo, lo cual coincide con el incremento de su abundancia en el Golfo de Santa Clara. De manera similar, los playeros abandonan el GSC a finales de abril e inicios de mayo, a la par con la llegada de las aves a la bahía de San Francisco, California, 1,000 km al noroeste, donde se han registrado hasta 3,500 playeros rojizos a principios de mayo, y también con el arribo de las aves al puerto de Grays y bahía de Willapa, Washington, donde se han observado entre 3,200 y 5,500 *Calidris canutus* desde los primeros días de mayo (Buchanan, 2008; Buchanan *et al.*, 2010; 2011; 2012). Estas coincidencias en los cambios temporales de la abundancia sugieren una conectividad entre dichos sitios, que se ha constatado a través de la reobservaciones de playeros anillados tanto en el GSC (ver Tasa de retorno) como en Guerrero Negro, Washington, Alaska y la isla Wrangel, Rusia (Carmona *et al.*, en revisión). Los primeros avistamientos en el siguiente



punto migratorio registrado, el sur de Alaska, suceden entre la tercera semana de mayo y principios de junio (Harrington, 2001). Hasta ahora sólo uno de los playeros rojizos anillados en el GSC ha sido observado en esta región (en mayo de 2011), aunque la mayor dispersión en ese punto que en Guerrero Negro o en el GSC dificulta la reobservación de las aves marcadas.

A lo largo de la investigación, y de manera cualitativa observé que tres subzonas de la playa son elegidas más frecuentemente por los playeros rojizos para alimentarse. Una de ellas es la playa adyacente al poblado (3 km de longitud). La abundancia de aves en esta playa exhibió una alta variabilidad entre y dentro de las temporadas. En general los números variaron entre 100 y 1,000 aves/día, con un conteo excepcional de 3,100 individuos/día entre el 31/marzo-6/abril de 2012.

El uso de hábitat por aves playeras ocurre principalmente en función de tres factores: la disponibilidad de alimento, el riesgo de depredación y los niveles de perturbación (van de Kam *et al.*, 2004; e. g. Pfister *et al.*, 1992; Botton *et al.*, 1994; Yasué *et al.*, 2003; Karpanty *et al.*, 2006; Burger *et al.*, 2007). En el GSC el principal alimento de los playeros rojizos (huevos de pejerrey) está distribuido de manera heterogénea y la mayor parte del tiempo está relativamente alejado de la línea de marea. Los niveles de perturbación a los que se enfrentan los playeros rojizos en esta playa suelen ser muy altos y son originados principalmente por el hombre (el paso de personas caminando y tránsito frecuente de vehículos todo terreno), así como por perros.

Como consecuencia de estas tres características (aves alimentándose en la parte media de la playa, alimento distribuido heterogéneamente y perturbación alta), las aves se mueven constantemente, ya sea que sólo esquiven la fuente de alteración (al volar hacia el mar y regresar a comer al mismo lugar) o que cambien de sitio (desde algunos metros hasta varios kilómetros), según la duración de la perturbación (*sensu* Pfister *et al.*, 1992; Burger *et al.*, 2007). De hecho, en Washington, algunos playeros rojizos pueden utilizar puerto de Grays y la bahía de Willapa, con 34 km de distancia entre sí, el mismo día (Buchanan *et al.*, 2010; 2011). En el GSC se puede suponer que la variabilidad observada en la abundancia de los playeros rojizos en la playa del pueblo se debe principalmente a movimientos locales, y es factible que los playeros se muevan

entre esta playa y las playas a unos cuantos kilómetros al sur. Sin embargo, ello no se puede precisar dado que no se evaluó el efecto de la perturbación sobre la distribución y abundancia de los playeros rojizos. Este aspecto debería incluirse en estudios futuros sobre los playeros rojizos en el área.

En 2012, la mayor variación (desde 280 hasta 3,100 playeros/día) en la abundancia de la especie en la playa del pueblo ocurrió en la “Semana Santa” (31/marzo a 6/abril), cuando la zona fue visitada por muchas personas, principalmente en vehículos todo terreno, lo que representó un nivel de perturbación particularmente alto. Parece muy probable que la gran variabilidad registrada en esa semana fuera respuesta del constante movimiento de los playeros entre sitios de alimentación por este disturbio.

En 2011 (450 aves/día en promedio), la abundancia registrada fue, en general, mayor a la registrada en esta misma playa durante 2010, con la excepción del conteo máximo en esa temporada de 842 playeros rojizos (Hernández-Alvarez, 2011). A pesar de que la abundancia fue baja en comparación con las dos temporadas siguientes, su relativa uniformidad podría ser respuesta de la disponibilidad de alimento fue suficiente para mantener a esa parte de la población.

En 2012 se revisaron 17 km de playa y se evidenciaron dos picos de abundancia. El segundo coincidió con la presencia de aves muy delgadas, con plumaje básico y con más de 40 individuos “nuevos” (de las aves marcadas; ver adelante). Esta coincidencia sugiere el uso del GSC por dos grupos de aves, lo que reservadamente elevaría la abundancia mínima a 6,600 playeros rojizos durante la migración primaveral en el GSC. Esta hipótesis es consistente con la observación de dos picos en la abundancia de los playeros rojizos durante la migración de primavera en Washington (Buchanan *et al.*, 2010; 2011). En 2013, aunque no hubo dos picos claros de abundancia, sí hubo un segundo período de aves muy delgadas, con plumaje básico e individuos “nuevos”.

A principios de la primavera de 2013 los pejerreyes no emergieron a depositar sus huevos como lo hacen habitualmente, sino que las hembras expulsaron los huevos estando aún en el agua y las mareas arrastraron los huevos a la playa. Los huevos

estuvieron disponibles de manera más sencilla, pero por un período de tiempo más corto hasta secarse. En contraste con las temporadas anteriores, en la primavera 2013 los playeros rojizos tuvieron mucho menor apego por los sitios de alimentación ante eventos de perturbación, lo que sugiere que la falta de un reservorio de alimento (los “nidos” de los peces), hace menos redituable tolerar las perturbaciones para seguir alimentándose.

Finalmente, cabe resaltar que cualquier factor que afecte negativamente el desove de los pejerreyes, ya sea en espacio o tiempo, además del hábitat donde se depositan los huevos (las playas arenosas de la región), puede tener un impacto negativo también sobre la población de playeros rojizos. En este sentido, cualquier desarrollo habitacional o turístico así como los impactos e infraestructura indirecta en la zona sería de cuidado probablemente para ambas especies. Dado que *C. c. roselaari* se encuentra catalogada como en “peligro de extinción” (SEMARNAT, 2010), es imperativo mantener la integridad de esta playa para la anidación de pejerrey y la alimentación del playero rojizo.

## **5. 2 Edad de las aves**

Las proporciones de las clases de edad en un lugar determinado varían en función del éxito reproductivo y de las condiciones ambientales que enfrentaron las aves justo antes de la migración de otoño (Senner *et al.*, 1981) y entre sitios en función de su calidad y ubicación geográfica (latitud; Newton, 2008). Se ha argumentado que las aves adultas por ser más experimentadas eligen los sitios óptimos de alimentación y de resguardo ante depredadores, de forma que pueden excluir a los juveniles a sitios subóptimos (Warnock y Takekawa, 1995). Bajo este supuesto, y de manera similar a lo sugerido para Guerrero Negro (Arce, 2011), dado que el GSC es utilizado principalmente por aves adultas (88% de los playeros rojizos capturados), la playa estudiada parece representar un área de alta calidad, principalmente por su vasta disponibilidad y calidad de alimento, los huevos de pejerrey.

Una hipótesis para explicar la baja proporción de juveniles es que semejante a las estrategias de otras especies del género *Calidris*, en los playeros rojizos también exista una segregación latitudinal por grupos de edad y sexo (Nebel *et al.*, 2002; Nebel, 2006). De tal forma que los juveniles exhiban movimientos por diferentes puntos de la ruta migratoria y/o en diferentes tiempos que los adultos. De hecho, este argumento se propuso para explicar la predominancia invernal de adultos (90% del total de individuos) de la especie en Guerrero Negro (Arce, 2011), sugiriéndose que los juveniles migraban más apegados a las costas continentales, incluyendo GSC. Las aves revisadas en 2011-2013 demuestran que los juveniles no usan esta área, al menos no predominantemente.

Una hipótesis alterna para explicar la baja proporción de juveniles tanto en Guerrero Negro como en el GSC, es que la tasa de sobrevivencia de los juveniles sea considerablemente menor que la de adultos, como se ha estimado para *C. c. islandica* (Boyd y Piersma, 2001). Si es el caso, la baja proporción de juveniles en el GSC sería representativa de toda la población y en cualquier otro sitio se observaría una proporción de juveniles igualmente baja. Si bien algunos individuos de *C. c. rufa* llegan a vivir hasta 13 años (Terres, 1980; Harrington, 2001), parece poco probable que con un 12% de juveniles la población fuera consistente, como se ha documentado para la subespecie (Harrington, 2001).

Para finalizar, recientemente se ha confirmado que cuando menos parte de los juveniles de *C. c. rufa*, durante el verano no migran hacia los sitios de reproducción, sino que veranean en las áreas de invernación (Newstead *et al.*, 2013) y en su segundo año de vida se reproducen por primera vez por lo que hasta entonces realizan su primera migración primaveral (Harrington, 2001). Dada la baja proporción de juveniles tanto en Guerrero Negro como en GSC, es razonable proponer que la mayoría de los juveniles, de esta subespecie veranean en su zona de invernación, aún desconocida. Así, cuando realicen su primera migración de primavera, ya tendrían plumaje adulto. De hecho, el Golfo de Santa Clara es utilizado por playeros rojizos durante el verano (Soto-Montoya *et al.*, 2009; el único sitio conocido de veraneo). Aunque no se ha determinado la edad de los individuos que lo usan en verano, es posible que los juveniles lleguen al área

después de que los adultos la han utilizado. Ello se refuerza con la observación de algunas aves muy delgadas y con plumaje básico a finales de abril (ver adelante).

### 5. 3. Cambios temporales en la masa corporal

Debido a que durante los períodos migratorios la demanda energética de las aves playeras es muy alta, algunas especies llegan a duplicar su peso corporal al acumular subcutáneamente reservas de grasa además de pequeñas cantidades de proteínas antes de migrar (O'Reilly y Wingfield, 1995). La migración de primavera es un período especialmente crítico pues conforme las aves se mueven hacia latitudes mayores se enfrentan a condiciones ambientales adversas que pueden afectar su eficiencia y tiempo de forrajeo e incluso la disponibilidad de alimento (O'Reilly y Wingfield, 1995). Por ello, el almacenamiento de grasa resulta clave para asegurar la llegada de los individuos a los sitios de reproducción en buena condición. Influye sobre el éxito reproductivo, los cambios fisiológicos y anatómicos de los órganos de vuelo y digestivos e incluso la sobrevivencia (Pfister *et al.*, 1998; Robinson *et al.*, 2003; Baker *et al.*, 2004; Atkinson *et al.*, 2007). La masa corporal de un individuo es un buen estimador del contenido total de grasa (Wiersma y Piersma, 1995; Labocha y Hayes, 2012) y se usa como un indicador de la relación entre la calidad del sitio y su idoneidad para reabastecer de energía a las aves (Baker *et al.*, 2004; Morrison *et al.*, 2007; Gillings *et al.*, 2009).

La masa corporal promedio de aves playeras puede variar entre grupos de edad durante los períodos migratorios. Para el género *Calidris* se han documentado tres escenarios: (1) pesos similares entre adultos y juveniles (en *C. alpina*; Yosef y Meissner, 2006), (2) pesos mayores en juveniles (en *C. c. canutus*; Meissner y Kamont, 2005), y (3) pesos mayores en adultos (en *C. c. canutus* y *C. c. islandica*; Koopman, 2002). Este último caso es el más común y se ha propuesto que se debe a la mayor experiencia de las aves adultas para el forrajeo (Groves, 1978; Summers *et al.*, 1992; Colwell, 2010). En ambos años en el GSC, los adultos fueron más pesados. Sin embargo, en 2012, la diferencia no fue significativa, debido probablemente al bajo

tamaño de muestra (sólo tres juveniles capturados). Mis observaciones son concordantes con la tercera hipótesis y es posible que los juveniles, al encontrarse por primera vez con un recurso (huevos de pejerrey) que aunque rico en energía y nutrientes, requiere de un patrón de forrajeo diferente, los juveniles sean menos eficaces en alimentarse que los adultos (*sensu van der Have et al.*, 1984).

Los sitios adecuados de parada de alimentación durante la migración permiten una acumulación rápida de grasa. Por ejemplo, en la bahía de Delaware, los playeros rojizos arriban con masas de entre 100 y 120 g y tras una estancia de 12 días, dejan el sitio pesando entre 190-210 g (Tsipoura y Burger, 1999; Piersma *et al.*, 2005; Atkinson *et al.*, 2007; Gillings *et al.*, 2009). Ganancias de masa similares en los playeros rojizos (de otras subespecies) se han documentado también en la península Eiderstedt del mar de Wadden (*C. c. canutus*; Wiersma y Piersma, 1995) y en Banc d'Arguin, África (*C. c. canutus*; Zwarts *et al.*, 1990).

Los datos obtenidos en el Golfo de Santa Clara son concordantes con dicha necesidad de acumulación de grasa. Sin embargo, este proceso debe documentarse con mucho mayor detalle por tres motivos: (1) la variabilidad de los datos es muy amplia, pues en la mayoría de los casos el tamaño de muestra (número de playeros capturados por semana) fue pequeño, de entre 1 y 20 aves; (2) recientemente se ha evidenciado la importancia de considerar el patrón de arribada de los individuos a un sitio, pues en poblaciones no sincrónicas (*i. e.* cuando las aves llegan y parten del sitio en diferentes intervalos de tiempo), el aumento en la masa corporal puede enmascarse por la llegada constante de aves delgadas (Minias y Kaczmarek, 2013). Es posible que en el GSC haya sucedido esto, puesto que en la semana del 11-18 de abril de ambas temporadas se registró la presencia de algunas aves con plumaje invernal (ver Muda al plumaje reproductivo); es decir individuos que presumiblemente acababan de arribar a la zona con masas corporales bajas. Por último, (3) las capturas de fin de temporada posiblemente fueron selectivas hacia los individuos más robustos puesto que éstos son más lentos para reaccionar ante depredadores (Dietz *et al.*, 2007) y, en este caso, para esquivar la red de captura. De particular importancia parece el segundo punto, dada la aparición de individuos con plumaje invernal y perfiles abdominales bajos en abril, particularmente en la semana del 11-18 (ambos años), semana en la cual en 2011

aproximadamente el 40% de las aves capturadas exhibieron estas características y en los cuatro períodos (dos por temporada), hubo individuos con una masa de alrededor de 100 g (para la subespecie *canutus* se propuso que 99 g representa la masa corporal magra; Helseth *et al.*, 2005).

Finalmente, con respecto a la diferencia en la masa corporal encontrada entre marzo-2011 vs marzo-2012, existen dos posibilidades: (1) los playeros de 2012 llegaron a la zona más “tarde” (en comparación con las de 2011) y por ende estaban retrasados en el proceso de acumulación de masa o, (2) llegaron “a tiempo” pero con menos masa. En cualquiera de los dos casos, las aves alcanzaron en abril la misma masa corporal, lo cual concuerda con la flexibilidad individual en la tasa de ganancia de masa exhibida por individuos de *C. c. rufa* (Atkinson *et al.*, 2007). En esta subespecie, los playeros rojizos que llegaron “tarde” a la bahía de Delaware (a finales de mayo), tuvieron una tasa de ganancia de masa dos o tres veces mayor que los individuos que llegaron desde principios de mes, lo cual les permitió alcanzar la masa corporal promedio del resto de las aves a tiempo para su partida.

#### **5. 4. Cambios temporales en el perfil abdominal**

Para los sitios o épocas en los que el éxito de captura de playeros es bajo, Wiersma y Piersma (1995) sugirieron y validaron el uso del perfil abdominal como una aproximación a la masa corporal para *C. c. canutus* en el mar de Wadden. En general las capturas en el Golfo de Santa Clara fueron poco exitosas, especialmente en 2012. Como hubo una correlación positiva, alta y estadísticamente significativa entre la masa corporal y el perfil abdominal de los individuos capturados en 2011, se puede usar esta última variable como un indicativo confiable de la masa corporal de los playeros rojizos en el GSC.

Los cambios observados en la frecuencia de perfiles abdominales muestran que las aves aumentaron gradualmente su masa corporal, pues en las primeras semanas sólo se registraron individuos muy delgados y al final de temporada predominaron aquellos con los perfiles más abultados. Esta ganancia de masa concuerda con lo observado en

los sitios de paso de las demás subespecies (Zwarts *et al.*, 1990; Wiersma y Piersma, 1995; Rogers *et al.*, 2010; Atkinson *et al.*, 2007).

En el Golfo de Santa Clara se observaron algunas aves muy delgadas (~10-30% del total) a mediados y finales de abril (aunque fue variable entre años), debido aparentemente al arribo del segundo grupo de playeros rojizos. La observación de aves con perfiles bajos que, además, coincidió temporalmente con un repunte en la abundancia (en 2012) sugieren la hipótesis del paso de una segunda oleada de playeros rojizos por el GSC. En la bahía de Delaware se había propuesto que los playeros rojizos arriban en dos períodos distintos (Robinson *et al.*, 2003). Sin embargo, más recientemente se especula que la llegada de las aves es más bien un proceso continuo que depende principalmente de las condiciones ambientales dominantes en las áreas de invernación y los sitios de paso (Robinson, BTO. com. pers.).

Por otra parte, para la bahía de Delaware se sospecha que el orden de llegada de las aves está en función de la distancia del sitio de invernación y que primero arriban los playeros de Florida y Golfo de México y posteriormente los de Brasil y Argentina (Robinson, BTO. com. pers.). Si extendemos este argumento a los playeros rojizos del Pacífico, se puede suponer que independientemente del patrón de arribada (en dos pulsos o de manera continua) las aves que llegan en abril invernán en sitios al sur de Guerrero Negro.

A este respecto, recientemente se han observado parvadas de entre 350 a 1,300 playeros rojizos en diciembre y enero en Las Garzas-Chahuín, en el norte de Marismas Nacionales, aunque parece ser que su presencia en esa zona es errática (Carmona, 2013). Con base en el color de los tarsos (amarillo-verdosos; Harrington, 2001), la mayor parte fueron aves jóvenes, al menos en noviembre de 2012 (Carmona, 2013). Por lo tanto, cabe la posibilidad de que algunos de los playeros delgados que arriban al GSC a finales de abril sean juveniles que pasaron el invierno en Marismas Nacionales y que llegan a veranear al GSC, donde se mantienen con un perfil abdominal medio (como los individuos registrados en la playa lodosa al norte del GSC entre junio y julio; Soto-Montoya *et al.*, 2009; Hernández-Alvarez, 2011). Esto sería similar a lo que ocurre



con los individuos que no migran, típicamente juveniles, de *Calidris tenuirostris* (Battley *et al.*, 2004).

Al considerar que la masa corporal es un reflejo de la grasa que los playeros rojizos han acumulado (Labocha y Hayes, 2012), los cambios en el perfil abdominal y el aumento del peso corporal mostrado por los playeros capturados en el GSC permiten inferir la importancia de la zona, pues las aves llegaron con masa corporal baja y antes de partir del área la aumentaron notoriamente. Ello indica que los huevos de pejerrey podrían ser energéticamente tan importantes para los playeros rojizos en el GSC como lo son los huevos de cangrejo cacerola en la bahía de Delaware para la misma especie.

### **5. 5. Cambios temporales en la muda al plumaje reproductivo**

La muda al plumaje reproductivo es uno de los tres eventos sobresalientes en el ciclo anual de las aves (Newton, 2008) y se ha utilizado para inferir sobre la condición de las aves (Piersma y Jukema, 1993; Wiersma y Piersma, 1995; Battley *et al.*, 2004). En el playero rojizo la muda de las plumas del cuerpo para cambiar el plumaje básico (grisáceo) al alterno (rojizo) se realiza en gran parte durante la migración (Harrington, 2001). En el GSC la adquisición del plumaje reproductivo fue un proceso consistente a lo largo de cada una de las tres temporadas. En las primeras semanas predominaron las aves con plumaje básico y a medida que transcurrió la temporada, las aves adquirieron el plumaje alterno. Los cambios en la coloración del plumaje observados en el GSC son semejantes a los registrados en otros sitios de paso primaveral como en la península Eiderstedt del mar de Wadden (*C. c. canutus*; Wiersma y Piersma, 1995) y en la bahía Roebuck en el noroeste de Australia (*C. tenuirostris*; Battley *et al.*, 2004).

De manera coincidente con el perfil abdominal, la progresión en el cambio de plumaje se vio interrumpida a mediados de abril en 2011 y 2012 y finales del mismo mes en 2013, cuando entre el 10 y 30% de los playeros rojizos tenían plumaje casi o completamente básico. Esto refuerza la idea de la llegada de un segundo grupo de aves.

Al considerar que se ha propuesto que la “decisión” de mudar depende de aspectos nutricionales (Piersma y Jukema, 1993), los cambios en la coloración registrados en el playero rojizo en el GSC sugieren una calidad alta del sitio para la preparación previa a partir hacia las áreas de reproducción (aumento en la masa corporal y muda del plumaje).

## 5. 6. Estimación de las tasas de retorno

El número total de códigos “leídos” en el Golfo de Santa Clara en cada año fue alto y cada individuo anillado se observó en promedio en cuatro ocasiones, cifra similar a lo registrado con *Calidris mauri* en la ensenada de La Paz (Vázquez-Camacho, 2006) y ligeramente superior a lo reportado para el playero rojizo en Guerrero Negro (Arce, 2011). El área que ocupan los playeros en el GSC y la ensenada de La Paz es mucho más pequeña que en Guerrero Negro, por lo que esta puede ser una de las razones de que la frecuencia de observación de individuos sea mayor en este último sitio.

La tasa de retorno de los playeros rojizos al GSC (~50 %) es similar a la que se ha observado en dos humedales de la costa de Washington, donde el 47% de los *C. c. roseaari* observados en la primavera 2009 fueron vistos también en 2010 (Buchanan *et al.*, 2012). Es ligeramente mayor a la de los *C. c. rufa* durante la migración de primavera por la bahía de Delaware en 2004, donde presentaron una tasa de retorno del 40% (respecto a las observaciones del año anterior; Gillings *et al.*, 2009).

Tasas de retorno de ~50% como la estimada en el GSC, Washington y Delaware permiten concluir que estos sitios comparten características que estimulan la alta fidelidad de los playeros rojizos a ellos. Puesto que uno de los principales factores que influyen en el uso de hábitat en las aves playeras es la disponibilidad y calidad de alimento (van de Kam *et al.*, 2004), parece probable que ésta sea la razón para volver año a año al mismo lugar. Sin embargo, mientras que en la bahía de Delaware y el GSC el principal alimento consumido son huevos, en Washington se alimentan casi exclusivamente de bivalvos (Buchanan *et al.*, 2012).

La mayor cantidad de individuos reobservados fueron marcados en Guerrero Negro. Ello se explica por el hecho de que ese sitio es donde más playeros se han anillado a lo largo de toda la ruta migratoria (816 de 1,250 aves anilladas; Carmona *et al.*, en revisión). Sin embargo, las aves marcadas en el GSC fueron la fracción proporcionalmente mejor representada (entre el 30 y 47% de las aves anilladas en el GSC fueron reobservadas allí vs ~10% de las anilladas en Guerrero Negro). Esto sugiere que las aves que utilizan el GSC durante la primavera son más propensas a regresar al mismo lugar, posiblemente por la abundancia de huevos de pejerrey. A pesar de lo anterior, no hubo un patrón claro en los porcentajes semanales de la cantidad de reobservaciones para cada primavera.

La aparente separación temporal de dos grupos de playeros distinguidos por las fechas de primer registro de cada individuo (las aves observadas por primera vez en marzo y las de abril), así como la diferencia en el número de aves marcadas en cada grupo (75 vs 40, en promedio), refuerzan la idea del paso de dos oleadas migratorias por el Golfo de Santa Clara. La aparición de los individuos “nuevos” ocurrió a lo largo de entre dos y tres semanas, de manera similar que el repunte en la abundancia (2012) y la aparición de individuos con perfil abdominal bajo y plumaje básico en las tres temporadas.

El primer grupo de playeros (primera oleada) fue el más grande (75 vs 40 aves identificadas individualmente, en promedio). Si es aplicable el argumento de que el orden de llegada de los playeros rojizos depende de la distancia de su sitio de invernación, se podría sugerir que: (1) el primer grupo de playeros proviene de las aves que invernan en Guerrero Negro (~6,500 playeros rojizos; Carmona *et al.*, 2008, Arce, 2011), (2) el segundo cohorte procede de un sitio de invernación más sureño que GN, como por ejemplo Marismas Nacionales, donde se han observado hasta 1,300 playeros rojizos en invierno (Carmona, 2013), y (3) al parecer la diferencia en tamaño de estos grupos invernales (~6,500 vs ~1,300) se respeta en el de los grupos que usan el GSC.

Con la posible existencia de dos oleadas migratorias las abundancias estimadas en el GSC podrían ser mayores que las indicadas únicamente por los conteos. En la

primavera de 2012 la playa habría sido utilizada por, cuando menos, 6,600 individuos; es decir, el 40% del total estimado para esta subespecie.

Existen dos antecedentes que apoyan la idea del paso de dos oleadas migratorias por el Golfo de Santa Clara. El primero es que en los dos humedales de la costa sur de Washington, donde hubo dos picos en la abundancia de playeros rojizos en las primaveras 2009 y 2010. En ambas ocasiones el segundo pico fue de menor magnitud y en 2010 el número de individuos “nuevos” en la zona también sugería al paso de dos cohortes (Buchanan *et al.*, 2010; 2011). El segundo antecedente fue una primera aproximación sobre el uso del GSC en primavera, con base en las fechas de observación de aves marcadas en Guerrero Negro. En 2010 hubo dos grupos de playeros separados temporalmente el 23 de marzo (Hernández-Alvarez, 2011). Con esto suman cuatro temporadas en las que se ha observado la misma tendencia.

El tiempo de residencia en un sitio de paso migratorio puede ser muy variable y depende del clima prevaleciente, la condición física de las aves al arribar y del suministro local de presas (Butler *et al.*, 1997 en: Gillings *et al.*, 2009). Es esperable que en localidades tropicales el tiempo de residencia sea amplio y éste se vuelva más restringido conforme las aves se acercan a los sitios de anidación (Piersma *et al.*, 2005). Adicionalmente, según la teoría de la migración óptima (Alerstam y Hedenström, 1998), la grasa corporal acumulada y el tiempo de residencia en un sitio de paso están en función de la longitud del siguiente vuelo.

En el GSC los playeros rojizos tuvieron un tiempo de permanencia de 11 días, similar a la bahía de Delaware (11-12 días; Gillings *et al.*, 2009) y Washington (13 días el primero grupo de aves y 6, el segundo; Buchanan *et al.*, 2011). El período de estancia de 6 días del segundo grupo en el GSC es insuficiente para reunir las reservas necesarias para la migración, por lo que es posible que algunas aves dejen el área en condiciones subóptimas (*sensu* Niles *et al.*, 2008) o que ante la falta de energía suficiente, “decidan” pasar el verano en la región (Summers *et al.*, 1995). Al menos para el primer grupo, el tiempo de residencia en el GSC, con base en una dieta rica, y el desarrollo del perfil

abdominal sugieren que los playeros que continúan migrando hacia el norte lo hacen en buenas condiciones.

Finalmente, los playeros rojizos marcados en el GSC que han sido reobservados en otros puntos de la ruta migratoria confirman la conectividad de los sitios usados por esta subespecie. Las conexiones se pueden clasificar en intra e interanual. Las primeras ocurrieron en cuatro niveles:

- (1) Invierno-primavera temprana. Doce individuos que invernaron en Guerrero Negro usaron el GSC en la primavera inmediata siguiente (Arce, com. pers.),
- (2) Primavera temprana-primavera intermedia. Cuando menos 16 playeros observados durante la primavera en el GSC se registraron en un período después en la costa sur de Washington (Buchanan, com. pers.),
- (3) Invierno-primavera temprana-primavera intermedia. Tres individuos que invernaron en GN, fueron observados durante la primavera, primero en el GSC y posteriormente en la costa de Washington (Arce, com. pers., Buchanan, com. pers.) y,
- (4) Primavera temprana-primavera tardía. Un individuo anillado en marzo en el GSC fue observado en el sur de Alaska 30 días después (Johnson, com. pers.).

La observación interanual de playeros rojizos incluye 14 individuos anillados en el GSC y observados en GN y 15 individuos anillados en GSC y registrados en Washington, años diferentes al de marcado.

## 6. Discusión general

---

Las abundancias estimadas en la región del Golfo de Santa Clara (primaveras 2011-2013) son mayores a las registradas previamente en cualquier época del año (v. g. Mellink *et al.*, 1997; Soto-Montoya *et al.*, 2009; Hernández-Alvarez, 2011). Esto apoya la necesidad de reevaluar su importancia, pues el área fue utilizada por al menos el 28% de la población de la subespecie del Pacífico (Andres *et al.*, 2012) o hasta el 40%, si se considera la probable existencia de dos grupos de playeros diferenciados temporalmente. La importancia del GSC para los playeros rojizos aparentemente está sustentada en los desoves de pejerrey, que probablemente proporcionan un recurso alimenticio abundante, accesible y de excelente calidad. Así en el GSC los playeros ganaron la energía necesaria no sólo para aumentar su masa (principalmente en forma de grasa) corporal sino también para realizar la muda al plumaje reproductivo.

El predominio de las aves adultas tanto en el GSC como Guerrero Negro (invernación; Arce, 2011) sugiere algún tipo de segregación espacial entre grupos de edad que además puede incluir también diferencias espaciales por sexo (aunque no se estudiaron). Estas diferencias pueden ser debidas a la tendencia de las aves adultas por utilizar los sitios con mayor calidad y abundancia de presas y/o con menor riesgo de depredación y perturbaciones, forzando a los juveniles a utilizar áreas subóptimas (Warnock y Takekawa, 1995).

En suma, los resultados sugieren que el GSC es un sitio de alta calidad debido a la disponibilidad del recurso alimenticio principal, los huevos de pejerrey. La relevancia del GSC como un sitio de reabastecimiento durante la migración primaveral para los playeros rojizos queda demostrada con base en la abundancia registrada, así como con el aumento de masa corporal, muda al plumaje reproductivo y la tasa de retorno alta (~50%).

Además, la presencia de dos oleadas migratorias podría primero reflejar el paso de aves hacia sus zonas de anidación y, después, la arribada de otro grupo (con algunos

juveniles de los que pasan el verano en el GSC), desde zonas de invernación aún no conocidas. El GSC se revela como un eslabón clave en la serie de áreas utilizadas por los playeros rojizos (*Calidris canutus roselaari*).

## Conclusiones

De esta investigación se desprenden las siguientes conclusiones:

- 1) La playa sur del Golfo de Santa Clara es el segundo sitio en importancia numérica para el playero rojizo del Pacífico (*Calidris canutus roselaari*), con el 28 o hasta el 40% del estimado poblacional más reciente para esta subespecie. Los individuos exhibieron una fuerte fidelidad al área entre años. La importancia del sitio parece sustentada en la vasta disponibilidad de los huevos de pejerrey (*Leuresthes sardina*), su principal fuente de alimento en primavera. Por lo tanto, cualquier factor que afecte negativamente a los pejerreyes y sus desoves, tendría un impacto negativo sobre la población de playeros rojizos. En este sentido, cualquier desarrollo habitacional o turístico y su infraestructura asociada sería preocupante para el pejerrey y por ende para la viabilidad poblacional de los playeros rojizos. Dado que *C. c. roselaari* se considera en peligro de extinción, es imperativo mantener la integridad de esta playa para el desove de pejerrey y el reabastecimiento primaveral del playero rojizo.
- 2) Los playeros rojizos arribaron al Golfo de Santa Clara con masas corporales bajas y en el transcurso de la primavera éstas aumentaron hasta alcanzar los perfiles mayores. A la par de la ganancia de masa corporal, las aves obtuvieron la energía necesaria para realizar la muda al plumaje alterno (reproductivo).
- 3) La distribución de frecuencias del perfil abdominal, la muda al plumaje reproductivo y la observación de individuos “nuevos” sugieren que el área es utilizada por dos grupos de playeros. La segunda oleada parece derivar de un grupo que inverna en algún sitio no definido, más al sur que Guerrero Negro.
- 4) La cantidad de aves que utilizan el área, así como la edad de éstas (predominantemente adultas), la ganancia de masa corporal, la muda al plumaje alterno y la alta tasa de retorno al sitio ponen de manifiesto que el Golfo de Santa Clara es un área clave para la supervivencia y migración de una parte importante de la población del playero rojizo del Pacífico.



## Referencias bibliográficas

- Alerstam, T. y A. Hedenström. 1998. The development of bird migration theory. *Journal of Avian Biology*, 29: 343-369.
- Álvarez-Borrogo, S. y L.A. Galindo-Bect. 1974. Hidrología del Alto Golfo de California I. Condiciones durante Otoño. *Ciencias Marinas*, 1: 46-64.
- Andres, B.A., P.A. Smith, R.I.G. Morrison, C.L. Gratto-Trevor, S.C. Brown y C.A. Friis. 2012. Population estimates of North American Shorebirds 2012. *Wader Study Group Bulletin*, 119(3): 178-194.
- American Ornithologists' Union (AOU). 2012. Check-list of North American Birds. Recuperado en julio 2012 de: <http://www.aou.org/checklist/north/full.php>
- Arce, N. 2011. Migración e invernación del Playero rojizo del Pacífico (*Calidris canutus roseaari*) en Guerrero Negro, Baja California Sur, México. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz, B.C.S, México. 80 p.
- Atkinson, P.W., A.J. Baker, K.A. Bennett, N.A. Clark, J.A Clark, K.B Cole, A. Dey, A.G. Duiven, S. Gillings, P.M. González, B.A Harrington, K. Kalasz, C.D.T Minton, J. Newton, L.J. Niles, R.A Robinson, I. de Lima Serrano y H.P. Sitters. 2006. Using stable isotope ratios to unravel shorebird migration and population mixing: a case study with Red Knot *Calidris canutus*. En: G.C. Boere, C.A. Galbraith y D.A. Stroud (eds.). *Waterbirds around the world*. Scottish Natural Heritage, Edinburgo, Reino Unido, 535-540 p.
- Atkinson, P.W., A.J. Baker, K.A. Bennett, N.A. Clark, J.A. Clark, K. B. Cole, A. Dekinga, A. Dey, S. Gillings, P.M. González, K. Kalasz, C.D.T. Minton, J. Newton, L.J. Niles, T. Piersma, R.A. Robinson y H.P. Sitters. 2007. Rates of mass gain and energy deposition in red knot of their final spring staging site is both time- and condition-dependet. *Journal of Applied Ecology*, 44: 885-895.
- Badán-Dagon, A., C.J. Koblinsky y T. Baumgartner. 1985. Spring and summer in the Gulf of California: observations of surface thermal patterns. *Oceanologica Acta*, 8: 13-22.
- Baker, A.J., P.M. González, T. Piersma, L.J. Niles, I. de Lima Serrano, P.W. Atkinson, N.A. Clark, C.D.T. Minton, M.K. Peck y G. Aarts. 2004. Rapid population declines in red knots: fitness consequences of decreased refuelling rates and late arrival in Delaware Bay. *Proceedings of the Royal Society Londres B*, 271: 875-882.

- Battley, P.F., T. Piersma, D.I. Rogers, A. Dekinga, B. Spaans y J.A. van Gils. 2004. Do body condition and plumage during fuelling predict northward departure dates of Great Knots *Calidris tenuirostris* from north-west Australia? *Ibis*, 146: 46-60.
- Buchanan, J. B. 2008. The spring migration 2008 survey of Red Knots *Calidris canutus* at Grays Harbor and Willapa Bay, Washington. *Wader Study Group Bulletin*, 115: 177-181.
- Buchanan, J. B., L.J. Salzer, G.E. Hayes, G. Shirato y G.J. Wiles. 2010. Red Knot *Calidris canutus* migration at Grays Harbor and Willapa Bay, Washington: spring 2009. *Wader Study Group Bulletin*, 117: 41-45.
- Buchanan, J. B., L.J. Salzer, G.J. Wiles, K. Brady, S.M. Desimone y W. Michaelis. 2011. An investigation of Red Knot *Calidris canutus* spring migration at Grays Harbor and Willapa Bay, Washington. *Wader Study Group Bulletin*, 118: 97-104.
- Buchanan, J. B., J.E. Lyons, L.J. Salzer, R. Carmona, N. Arce, G.J. Wiles, K. Brady, G.E. Hayes, S. M. Desimone, G. Shirato y W. Michaelis. 2012. Among-year site fidelity of Red Knots during migration in Washington. *Journal of Field Ornithology*, 83: 282-289.
- Botton, M.L., R.E. Loveland y T.R. Jacobsen. 1994. Site selection by migratory shorebirds in Delaware Bay, and its relationship to beach characteristics and abundance of Horseshoe crab (*Limulus polyphemus*) eggs. *Auk*, 111: 605-616.
- Boyd, H., y T. Piersma. 2001. Changing balance between survival and recruitment explains population trends in Red Knots *Calidris canutus islandica* wintering in Britain, 1969-1995. *Ardea*, 89: 301-317.
- Brown, S., C. Hickey, B. Harrington y R. Gill (eds.). 2001. US Shorebird Conservation Plan. Manomet Center for Conservation Sciences. Segunda edición. Massachusetts. 61 p.
- Burger, J., S.A. Carlucci, C.W. Jeitner y L. Niles. 2007. Habitat choice, disturbance, and management of foraging shorebirds and gulls at a migratory stopover. *Journal of Coastal Research*, 23: 1159-1166.
- Carmona, R., V. Ayala-Pérez, N. Arce y L. Morales-Gopar. 2006. Use of saltworks by Red Knots at Guerrero Negro, Mexico. *Wader Study Group Bulletin*, 11: 46-49.

- Carmona, R., N. Arce, V. Ayala-Pérez y G.D. Danemann. 2008. Abundance and phenology of Red Knots in the Guerrero Negro-Ojo de Liebre coastal lagoon complex, Baja California Sur, Mexico. *Wader Study Group Bulletin*, 115: 10-15.
- Carmona, R., A. Hernández-Alvarez y G.D. Danemann. 2011. Estado actual de las investigaciones sobre aves playeras en México. *CICIMAR Oceánides*, 26: 47-57.
- Carmona, R. 2013. Distribución espacio-temporal de aves playeras y su relación con los invertebrados bentónicos en la Reserva de la Biósfera Marismas Nacionales, Nayarit, México. Informe parcial para la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Carmona, R., N. Arce, V. Ayala-Pérez, A. Hernández-Alvarez, J.B. Buchanan, J.A. Johnson, R.E. Gill, B.J. McCaffery, J.E. Lyons, L.J. Niles y D. Newstead. en revisión. Overview of the Red Knot (*Calidris canutus roselaari*) migration connectivity and non-breeding distribution along the Pacific coast of the Americas. *Wader Study Group Bulletin*.
- Colwell, M.A. 2010. Shorebird ecology, conservation and management. University of California Press. 344 p.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2007. Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biósfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado, México. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 319 p.
- Cresswell, W. 1998. Diurnal and seasonal mass variation in blackbirds *Turdus merula*: consequences for mass-dependent predation risk. *Journal of Animal Ecology*, 67: 78-90.
- Dietz, M.W., T. Piersma, A. Hedenström y M. Brugge. 2007. Intraspecific variation in avian pectoral muscle mass: constraints on maintaining manoeuvrability with increasing body mass. *Functional Ecology*, 21: 317-326.
- Donaldson, G.M., C. Hyslop, R.I.G. Morrison, H.L. Dickson y I. Davidson. 2000. Canadian Shorebird Conservation Plan. Ottawa: Canadian Wildlife Service. 27p.
- Espoz, C., A. Ponce, R. Matus, O. Blank, N. Rozbaczylo, H.P. Sitters, S. Rodríguez, A.D. Dey y L.J. Niles. 2008. Trophic ecology of the Red Knots *Calidris canutus rufa* at Bahía Lomas, Tierra del Fuego, Chile. *Wader Study Groups Bulletin*, 115: 69-76.

- Evans, P.R. y M.W. Pienkowski. 1984. Populations dynamics of shorebirds. 83-123. En: Burger, J. y B.L. Olla (eds). Behavior of Marine Animals. Vol. 5. Plenum Press, Nueva York. 437 p.
- Filloux, J.H. 1973. Tidal patterns and energy balance in the Gulf of California. *Nature*, 243: 217-221.
- Gillings, S., P.W. Atkinson, A.J. Baker, K.A. Bennett, N.A. Clark, K.B. Cole, P.M. González, K.S. Kalasz, C.D.T. Minton, L.J. Niles, R.C. Porter, I. de Lima Serrano, H.P. Sitters y J.L. Woods. 2009. Staging behavior in Red Knot (*Calidris canutus*) in Delaware Bay: Implications for monitoring mass and population size. *Auk*, 126: 54-63.
- Gómez-Sapiens, M.M. y E. Soto-Montoya. 2006. Programa de monitoreo de aves playeras en humedales prioritarios de la Reserva de la Biósfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado. Informe final, CONANP. México. 56 p.
- González, P.M., T. Piersma y Y. Verkuil. 1996. Food, feeding and refuelling of Red Knots during northward migration at San Antonio, Oeste, Río Negro, Argentina. *Journal of Field Ornithology*, 67: 575-591.
- González, P.M., A.J. Baker y M.E. Echave. 2006. Annual survival of Red Knots (*Calidris canutus rufa*) using the San Antonio Oeste stopover site is reduced by domino effect involving late arrival and food depletion in Delaware Bay. *Hornero*, 21: 109-117.
- Grinnell, J. 1928. A distributional summation of the ornithology of Lower California. University of California, Publication in Zoology, 32: 90.
- Groves, S. 1978. Age-related differences in Ruddy Turnstone foraging and aggressive behavior. *Auk*, 95: 95-103.
- Harrington, B.A. 1996. The flight of the Red Knot. Nueva York. W. W. Norton and company. 192 p.
- Harrington, B.A. 2001. Red Knot (*Calidris canutus*). The Birds of North America. A. Poole (ed.). Ithaca, Nueva York. Recuperado en septiembre 2012 de: <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/563/articles/introduction>
- Harrington, B.A., B. Winn y S.C. Brown. 2007. Molt and body mass of Red Knots in the Eastern United States. *Wilson Journal of Ornithology*, 119: 35-42.
- Hayman, P., J. Marchant y T. Prater. 1986. Shorebirds: An identification guide to the waders of the world. Houghton Mifflin, Boston, Massachusetts.

- Helseth, A., A. Lindström y M. Stervander. 2005. Southward migration and fuel deposition of Red Knots *Calidris canutus*. *Ardea*, 93: 213-224.
- Hernández, M.A., V.L. D'Amico y L.O. Bala. 2004. Presas consumidas por el playero rojizo (*Calidris canutus*) en Bahía San Julián, Santa Cruz, Argentina. *Hornero*, 19: 7-11.
- Hernández-Alvarez, A. 2011. Estrategias de alimentación del playero rojizo del Pacífico (*Calidris canutus roselaari*; Charadrii: Scolopacidae) en el Golfo de Santa Clara, Sonora, México. Informe Final de Servicio Social. Universidad Autónoma Metropolitana – Xochimilco. 60 p.
- Howes, I., y D. Bakewell. 1989. *Shorebirds studies manual*. Asian Wetland Bureau. Malaysia. 362p.
- Karpanty, S.M., J.D. Fraser, J. Berkson, L.J. Niles, A. Dey y E.P. Smith. 2006. Horseshoe crab eggs determine Red Knot distribution in Delaware Bay. *The Journal of Wildlife Management*, 70: 1704-1710.
- Karpanty, S.M., J. Cohen, J.D. Fraser y J. Berkson. 2011. Sufficiency of horseshoe crab eggs for Red Knot during spring migration stopover in Delaware Bay USA. *Journal of Wildlife Management*, 75: 984-994.
- Kasprzyk, M.J. y B.A. Harrington. 1989. Manual de campo para el estudio de playeros. Manomet Bird Observatory. Ensenada, B.C., México. 134 p.
- Koopma, K. 2002. Mass, moult, migration and subspecific status of Red Knots *Calidris canutus* on the Frisian Wadden Sea coast, Netherlands. *Wader Study Group Bulletin*, 97: 30-35.
- Labocha, M.K. y J.P. Hayes. 2012. Morphometric indices of body condition in birds: a review. *Journal of Ornithology*, 53, 1-22.
- Lavín, M.F. y S. Organista. 1988. Surface heat flux in the Northern Gulf of California. *Journal of Geophysical Research*, 93: 14033-14038.
- Massey, B. y E. Palacios. 1994. Avifauna of the wetlands of Baja California, Mexico: current status. *Studies Avian Biology*, 15: 45-57.
- Meissner, W. y P. Kamot. 2005. Seasonal changes in body size and mass of Red Knots *Calidris canutus* during autumn migration through southern Baltic. *Ornis Svecica*, 15: 97-104.

- Mellink, E., E. Palacios y S. González. 1997. Non-breeding waterbirds of the Delta of the Río Colorado, México. *Journal of Field Ornithology*, 68: 113-123.
- Minias, P. y K. Kaczmarek. 2013. Population-wide body mass increment at stopover sites is an unreliable indicator of refueling rates in migrating waders. *Ibis*, 155: 102-112.
- Morrison, R.I.G y B.A. Harrington. 1992. The migration system of the Red Knot *Calidris canutus rufa* in the New World. *Wader Study Group Bulletin*, 64 (suplemento): 71-84.
- Morrison, R.I.G., R.K. Ross y J. Guzmán. 1992. Aerial surveys of nearctic shorebirds wintering in Mexico: some preliminary results. *Canadian Wildlife Service, Progress Notes*, 201: 1-11.
- Morrison R.I.G., R.K. Ross y L.J. Niles. 2004. Declines in wintering populations of Red Knots in Southern South America. *Condor*, 106: 60-70.
- Morrison, R.I.G., N.C. Davidson y J.R Wilson. 2007. Survival of the fattest: body stores on migration and survival in red knots *Calidris canutus islandica*. *Journal of Avian Biology*, 38: 479-487.
- 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: 18-26.
- Nebel, S., D.B. Lank, P.D. O'Hara, G. Fernández, B. Haase, F. Delgado, F.A. Estela, L.J. Evans-Ogden, B.A. Harrington, B.E. Kus, J.E. Lyons, F. Mercier, B.Ortego, J.Y. Takekawa, N. Warnock y S.E. Warnock. 2002. Western sandpipers (*Calidris mauri*) during the nonbreeding season: spatial segregation on a hemispheric scale. *Auk*, 119: 922-928.
- Newstead, D.J., L.J. Niles, R.R. Porter, A. Dey, J. Burger y O.N. Fitzsimmons. 2013. Geolocation reveals mid-continent migratory routes and Texas wintering areas of Red Knots *Calidris canutus rufa*. *Wader Study Group Bulletin*, 120: 53-59.
- Newton, I. 2008. *The migration ecology of birds*. Academic Press. Pág. 425-426.
- Niles, L.J., H.P. Sitters, A.D. Dey, P.W. Atkinson, A.J. Baker, K.A. Bennett, R. Carmona, K.E. Clark, N.A. Clark, C. Espoz, P.M. González, B.A, Harrington, D.E. Hernández, K.S. Kalasz, R.G. Lathrop, R.N. Matus, C.D.T. Minton, R.I.G. Morrison, M.K. Peck, W. Pitts, R.A. Robinson y I. de Lima Serrano. 2008. Status of the Red Knot (*Calidris canutus rufa*) in the western hemisphere. *Studies in Avian Biology*, 36: 1-185.

- Niles, L.J., J.Bart, H.P. Sitters, A. Dey, K.E. Clark, P.W. Atkinson, A.J. Baker, K.A. Bennett, K.S. Kalasz, N.A. Clark, J. Clark, S. Gillings, A.S. Gates, P.M. González, D.E. Hernández, C.D.T. Minton, R.I.G. Morrison, R.R. Porter, R.K. Ross y C.R. Veitch. 2009. Effects of horseshoe crab harvest in Delaware Bay on Red Knots: are harvest restrictions working? *BioScience*, 59 (2): 153-164.
- O'Reilly, K.M. y J.C. Wingfield. 1995. Spring and autumn migration in arctic shorebirds: same distance, different strategies. *American Zoologist*, 35: 222-233.
- 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.
- 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. *Monographs in Field Ornithology*, 3: 29-63.
- Paulson, D. 1993. *Shorebirds of the Pacific Northwest*. University of British Columbia Press. Vancouver, Canada.
- Piersma, T. 1987. Hop, skip or jump? Constraints on migration of arctic waders by feeding, fattening, and flight speed. *Limosa*, 60: 185-194.
- Piersma, T. y J. Jukema. 1993. Red breast as honest signals of migratory quality in a long-distance migrant, the Bar-tailed Godwit. *Condor*, 95: 163-177.
- Piersma, T., D.I. Rogers, P.M. González, L. Zwarts, L.J. Niles, I. de Lima Serrano, C.D.T. Minton y A.J. Baker. 2005. Fuel storage rates before northward flights in Red Knots worldwide, facing the severest ecological constraint in tropical intertidal environments? En: R. Greenberg y P.P. Marra (eds.). *Birds of two Worlds*. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C. 262-273 p.
- Pfister, C., B.A. Harrington y M. Lavine. 1992. The impact of human disturbance on shorebirds at a migratory staging area. *Biological Conservation*, 60: 115-126.
- Pfister, C., M.J. Kasprzyk y B.A. Harrington. 1998. Body-fat levels and annual return in migration Semipalmated Sandpipers. *Auk*, 115: 904-915.
- Prater, A.J., J.H. Marchant y J. Vourinen. 1977. *Guide to the identification and ageing of Holarctic Waders*. British Trust for Ornithology. Thetford, Reino Unido. 168p.

- Red Hemisférica para la Reserva de Aves Playeras (RHRAP). 2009. Lista de sitios con alguna categoría de importancia. Recuperado en julio 2012 de: <http://www.whsrn.org/es/perfil-de-sitio/estero-rio-colorado>
- Robinson, R.A., P.W. Atkinson y N.A. Clark. 2003. Arrival and weight gain of Red Knot *Calidris canutus*, Ruddy Turnstone *Arenaria interpres* and Sanderling *Calidris alba* staging in Delaware Bay in spring. Reporte, British Trust for Ornithology. 51 p.
- Rogers, D.I., H. Yang, C.J. Hassell, A.N. Boyle, K.G. Rogers, B. Chen, Z. Zhang y T. Piersma. 2010. Red Knots (*Calidris canutus piersmai* and *C. c. rogersi*) depend on a small threatened staging area in Bohai Bay, China. *Emu*, 110: 307-315.
- Russell, S.M. y G. Monson. 1998. The birds of Sonora. University of Arizona Press, 360 p.
- Seaturtle. 2013. Maptool. Recuperado en octubre 2013 de: <http://www.seaturtle.org/>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental, especies nativas de México de flora y fauna silvestres- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- Lista de especies en riesgo. Diario Oficial.
- 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: 271-284.
- Shuster, C.N. Jr. y M.L. Botton. 1985. A contribution to the population biology of horseshoe crabs, *Limulus polyphemus* (L.), in Delaware Bay. *Estuaries*, 8. 363-372.
- Siegel, S. y N.J. Castellan. 2005. Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta. Ed. Trillas. 4va reimpression. 437 p.
- Skagen, S.K. y F.L. Knopf. 1993. Toward conservation of midcontinental shorebird migration. *Conservation Biology*, 7: 533-541.
- Soto-Montoya, E., R. Carmona, M. Gómez, V. Ayala-Pérez, N. Arce y G.D. Danemann. 2009. Over-summering and migrant Red Knots at Golfo de Santa Clara, Gulf of California, Mexico. *Wader Study Group Bulletin*, 116(3): 191-194.
- 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.



- Summers, R.W., L.G. Underhill y R.P. Prys-Jones. 1995. Why do young waders in southern Africa delay their first return migration to the breeding grounds? *Ardea*, 83: 351-357.
- Switzer, P.V. 1993. Site fidelity in predictable and unpredictable habitats. *Evolutionary Ecology*, 7: 533-555.
- Terres, JK. 1980. Red Knot. En: A.A. Knopf (ed.). *The Audubon Society Encyclopedia of North American Birds*. Nueva York, E.U.A. 1109 pp.
- Thomson, D.A. y K. A. Muench. 1976. Influence of tides and waves on the spawning behavior of the Gulf of California grunion, *Leuresthes sardina* (Jenkins and Evermann). *Bulletin Southern California Academy of Sciences*, 75: 198-203.
- Tomkovich, P.S. 1992. An analysis of the geographic variability in knots *Calidris canutus* based on museum skins. En: T. Piersma y N. Davidson (eds.). *The migration of knots*. Wader Study Group Bulletin, 64, suplemento.
- Tsipoura, N. y J. Burger. 1999. Shorebird diet during spring migration stopover on Delaware Bay. *Condor*, 101: 635-644.
- U.S. Fish and Wildlife Service (USFWS). 2005. Red Knot. *Calidris canutus rufa*. USFWS Report, Nueva Jersey, E.U.A. 44p.
- Van Rossem, A.J. 1945. A distributional survey of the birds of Sonora, Mexico. *Louisiana State University*, 21: 86.
- van de Kam, J., B. Ens. T. Piersma y L. Zwarts. 2004. *Shorebirds: and illustrative behavioural ecology*. KNVV Publishers, Utrecht, Países Bajos. 368 p.
- van der Have, T.M, E. Nieboer, y G.C. Boere. 1984. Age-related distribution of Dunlin in the Dutch Wadden Sea. En: Evans, P.R., J.D. Goss-Custard y W.G. Hale (eds.). *Coastal waders and wildfowl*. Cambridge University Press. Nueva York, E.U.A. 160-176 p.
- Vázquez-Camacho, R. 2007. Fidelidad a la Ensenada de La Paz, B.C.S., México, como sitio de invernación del playerito occidental (*Calidris mauri*). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, B.C.S., México. 54 p.
- Walker, B.W. 1949. Periodicity of spawning by the Grunion, *Leuresthes tenuis*, an Atherine fish. *Reporte técnico*, Scripps Institution of Oceanography. 166 p.

- 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.
- Wiersma, P. y T. Piersma. 1995. Scoring abdominal profiles to characterize migratory cohorts of Shorebirds: an example with Red Knots. *Journal of Field Ornithology*, 66: 88-98.
- Yasué, M., J.L. Quinn y W. Cresswell. 2003. Multiple effects of weather on the starvation and predation risk trade-off in choice of feeding location in Redshanks. *Functional Ecology*, 17: 727-736.
- Yosef, R. y W. Meissner. 2006. Seasonal age differences in weight and biometrics of migratory Dunlins (*Calidris alpina*) at Eilat, Israel. *Ostrich*, 77: 67-72.
- Zwarts, L., A.M. Blomert, B.J. Ens, R. Hupkes y T. M. Van-Spanje. 1990. Why do waders reach high feeding densities on the intertidal flats of the Banc D'Arguin, Mauritania? *Ardea*, 78: 39-52.