

Artículo científico
(Original paper)**CENSO AÉREO INVERNAL DE AVES PLAYERAS EN LA COSTA DE SONORA, MÉXICO
(INVIERNO 2016-2017)****AERIAL WINTER CENSUS OF SHOREBIRDS IN THE SONORAN COAST, MEXICO
(WINTER 2016-2017)****ROBERTO CARMONA^{1,2*}, SERGIO NOÉ ÁGUILA¹, SHARIN VIDAL¹, CYNTHIA CARMONA-ISLAS³, GUSTAVO DANEMANN²**¹Laboratorio de Aves, Departamento Académico de Ciencias Marinas y Costeras. Universidad Autónoma de Baja California Sur. Apartado postal 19-B, La Paz, Baja California Sur, C.P. 23000, México. <beauty@uabcs.mx>; <ladictaduracientifica@hotmail.com>; <sharin.vidal@gmail.com>²Programa de Conservación de Aves, Pronatura Noroeste, Calle Décima No 60, Ensenada, Baja California, C.P. 22800, México. <beauty@uabcs.mx>; <gdanemann@pronatura-noroeste.org>³Instituto Tecnológico de Boca del Río. Carr. Veracruz-Córdoba km.12, Boca del Río, Veracruz, C.P. 94290, México. <cynthiacarmonaislas@gmail.com>

*Autor corresponsal: <beauty@uabcs.mx>

Recibido: 19/03/2019; aceptado: 31/12/2019; publicado en línea: 23/01/2020
Editor responsable: Ricardo Rodríguez Estrella

Carmona, R., Águila, S. N., Vidal, S., Carmona-Islas, C., Danemann, G. (2020) Censo aéreo invernal de aves playeras en la costa de Sonora, México (invierno 2016-2017). *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 36, 1–8. <https://doi.org/10.21829/azm.2020.3612193>

RESUMEN. Evaluamos la importancia numérica de las lagunas costeras sonorenses para la invernada de aves playeras, a través de recorridos aéreos en las 13 lagunas de mayor tamaño durante febrero de 2017. Realizamos en total 400,716 registros, el 70% de éstos se llevaron a cabo en la porción sur, el 9% en el centro y el 21% al norte del estado. Las tres bahías con mayores números y porcentajes de aves playeras fueron Tóbari (127,570 registros, 32%), Yavaros-Moroncarit (86,469 registros, 21%) y Lobos (55,684 registros, 14%). Otros sitios con abundancias absolutas y relativas importantes fueron: Bahía San Jorge (34,768 registros, 9%), Santa Clara (18,769 registros, 5%) y el Delta del Río Colorado (20,184 registros, 5%). Por talla de los individuos, las abundancias de aves pequeñas (15-22 cm) y grandes (más de 36 cm) fueron similares (48% y 43%, respectivamente), las aves de talla media (24-30 cm) fueron menos comunes (8%). Los números encontrados permiten ubicar a Sonora entre los tres estados de la república con mayor abundancia de aves playeras invernantes (junto con Baja California Sur y Sinaloa).

Palabras clave: humedales costeros; sitios de invernación; métodos de monitoreo; Golfo de California**Carmona, R., Águila, S. N., Vidal, S., Carmona-Islas, C., Danemann, G.** (2020) Aerial winter census of shorebirds in the Sonora coast, Mexico (winter 2016-2017). *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 36, 1–8. <https://doi.org/10.21829/azm.2020.3612193>**ABSTRACT.** We evaluated the importance of Sonoran coastal lagoons for wintering shorebird by carrying out in February 2017 aerial surveys in 13 of the largest lagoons. We recorded 400,716 shorebirds, 70%

corresponded to the southern portion, 9% to the middle portion and 21% to the north of the state. The three most important bays in numbers and percentages of shorebirds were Tóbari (127,570 records, 32%), Yavaros-Moroncarit (86,469 records, 21%) and Lobos (55,684 records, 14%). Other places with important abundances were San Jorge Bay (34,768 records, 9%), Santa Clara (18,769 records, 5%) and Colorado River's Delta (20,184 records, 5%). By size, small (15-22cm) and big (33cm or bigger) shorebirds abundances were similar (48% y 43%, respectively), medium size (23-32cm) shorebirds were uncommon (8%). Abundance ranks Sonora between the three most relevant states in Mexico for wintering shorebirds (along with Baja California Sur and Sinaloa.)

Key words: coastal wetland; wintering sites; monitoring methods; Gulf of California

INTRODUCCIÓN

Los playeros son un grupo de aves acuáticas predominantemente migratorio, muy abundantes y de amplia distribución en las costas del Pacífico americano (Paulson, 1993). Durante la temporada migratoria e invernal, las aves se concentran en grandes números en diferentes tipos de humedales, que incluyen marismas costeras, estuarios, playas lodosas, salitrales y ambientes artificiales, entre otros (Morrison *et al.*, 1992; Morrison & Ross, 2009; Carmona *et al.*, 2011a).

La región noroeste de México, que incluye los estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa y Nayarit (SEMARNAT, 2008), ofrece una amplia variedad de estos humedales, lo que la convierte en un punto clave para la migración de aves acuáticas que utilizan el corredor del Pacífico e invernán en Centro y Sudamérica (Myers *et al.*, 1987), además de representar el punto final de la migración para numerosas especies e individuos (Carmona *et al.*, 2004). El número de investigaciones científicas, referentes a aves playeras, no ha sido homogéneo para los estados que conforman esta región del país (Carmona *et al.*, 2011b). En este contexto, Sonora es un claro ejemplo de lo anterior, ya que la mayoría de los humedales a lo largo de su amplia costa (1,200 km) no se han estudiado durante las últimas dos décadas. Así, el objetivo del trabajo presente fue determinar las abundancias de las aves playeras invernantes en los humedales costeros sonorenses, mediante conteos aéreos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El estado de Sonora se sitúa en la región costera continental al noroeste de México, cuenta con un litoral de 1,200 km aproximadamente que se ubica dentro del cinturón subtropical de alta presión entre los paralelos 26° 18' 43" y 31° 48' 56" de latitud norte, y los meridianos 109° 14' 50" y 114° 48' 20" de longitud oeste, razón por la cual el 95% del territorio sonorenses está dominado por climas desérticos, caracterizados por su alta temperatura y escasa precipitación (INEGI, 2000).

El litoral sonorenses está conformado principalmente por playas bajas arenosas (72% de su frente costero), pero los ambientes lagunares costeros y sistemas deltaicos sedimentarios se encuentran bien representados (Ortiz Pérez & de la Lanza Espino, 2006). En la región costera del estado el clima es predominantemente seco con precipitaciones anuales que fluctúan entre 1 y 94 mm (Jiménez-Orocio *et al.*, 2014).

La distribución de las lagunas costeras no es homogénea a lo largo del litoral sonorenses, la mayoría de éstas, además de ser las más grandes, se localizan al sur del estado, seguidas por aquellas ubicadas en la región norte, mientras que aquellas de la porción central son escasas y de menor tamaño (Fig. 1; Ortiz Pérez & de la Lanza Espino, 2006; Carmona Islas *et al.*, 2013).



Métodos. La selección de las lagunas costeras en el presente estudio se basó en tres criterios: (1) el tamaño de cada sitio (Ortiz Pérez & de la Lanza Espino, 2006); (2) la abundancia de aves playeras por sitio indicada hace más de 25 años (Morrison *et al.*, 1992), y (3) la presencia de zonas húmedas, con sustratos blandos expuestos y con poca vegetación (Carmona-Islas *et al.*, 2013). Así, se eligieron en total 13 humedales costeros, mismos que se sobrevolaron entre el 26 de febrero y el 1 de marzo de 2017 (Cuadro 1).

Cuadro 1. Lagunas costeras recorridas. Se indica la fecha de vuelo, su horario y duración (min) y la superficie total y de zona lodosa para cada sitio.

Zona	Sitio	Fecha vuelo (2017)	Horario	Tiempo vuelo (min)	Temp (°C)	Viento (km/h)	Sup. Total (ha)	Sup. Humedal (ha)
Sur	Agiabampo-Jitzamuri	26-feb	V	33	27	10	18,633	1,197
	Yavaros-Moroncárit	26-feb	V	23	27	10	7,100	1,427
	Tóbari	27-feb	M	23	26	4	16,700	3,645
	Bahía Lobos	27-feb	M	21	26	4	13,600	2,719
Medio	Los Algodones	27-feb	V	18	25	14	4,612	1,587
	Guaymas	27-feb	V	10	25	14	3,360	605
	Bahía Kino	28-feb	M	13	19	0	6,665	1,252
	Canal de Infiernillo	28-feb	M	37	20	0	29,700	216
Norte	Bahía San Jorge	28-feb	V	18	20	12	13,000	4,041
	La Pinta	28-feb	V	7	20	12	2,357	1,171
	Bahía Adair	01-mar	M	26	15	22	42,430	10,282
	Santa Clara	01-mar	M	17	16	22	5,500	183
	Delta del Río Colorado (Sonora)	01-mar	M	17	17	22	929,256	2,454
Totales				263			1,092,913	30,779
Porcentaje								

Los censos aéreos se realizaron desde una avioneta Cessna 182 Skylane monomotor de cuatro plazas. La altitud de vuelo varió entre 100 y 150 metros y la velocidad entre 100 y 150 km/h. Estas variaciones se debieron al número de aves observadas. El equipo de trabajo se integró por dos contadores (con 25 y seis años de experiencia en conteos de aves playeras), ubicados a cada lado de la aeronave; un tercer observador fungió como vigía indicando a los contadores las parvadas que pudieron pasar desapercibidas a cualquiera de ellos y aquellas susceptibles de ser recontadas. Por último, el piloto dirigió la aeronave sobre el borde interno de cada cuerpo de agua para cubrir la mayor parte de los ambientes adecuados para aves playeras (zonas lodosas intermareales). Para evitar los efectos del deslumbramiento la trayectoria de vuelo fue en contra de las manecillas del reloj en todos los casos, por lo que la mayor cantidad de observaciones ocurrieron del lado derecho de la aeronave. Cuando el vigía lo indicó, el piloto realizó un giro de 360° a la izquierda para contabilizar las parvadas no detectadas en el primer sobrevuelo por los contadores.

Los censos se realizaron en dos horarios: matutino (entre las 08:00 y las 11:00 horas) para siete sitios, y vespertino (entre las 14:00 y las 17:00 horas) para los seis restantes (Cuadro 1). Las condiciones meteorológicas fueron favorables para la navegación aérea en todos los casos: cielo despejado en más del 90%, visibilidad superior a 15 km en todos los casos, sin niebla, bruma o partículas suspendidas y vientos leves no superiores a 22 km/h (Cuadro 1; WU, 2019).

Se usaron grabadoras de voz para registrar las observaciones, la ubicación se determinó mediante rutas seguidas con un sistema de posicionamiento global (GPS), mismo que permaneció activo durante todo el recorrido. El número de aves se determinó mediante conteo directo en parvadas pequeñas y se estimó en

las mayores (Howes & Bakewell, 1989). Dada la dificultad para identificar desde el aire a nivel específico, las aves playeras se clasificaron por tallas de acuerdo con lo sugerido por Morrison *et al.* (2009): pequeñas (15-22 cm de longitud total, como el Playerito occidental, *Calidris mauri*), medianas (23-32 cm, como el Costurero, *Limnodromus* spp.) y grandes (33 cm o más, como la Avoceta americana, *Recurvirostra americana*).

Para relacionar la abundancia de aves playeras con el tamaño de los humedales se utilizó un análisis de correlación no paramétrico de Spermán (Zar, 1999; $\alpha = 0.05$). El tamaño de cada humedal fue estimado con el programa Arc Gis 10 y una cartografía de zonas lodosas del Noroeste de México creada con imágenes Landsat ETM7 a la que se le aplicaron diversas máscaras e índices, según la metodología propuesta por Carmona-Islas *et al.* (2013).



Figura 1. Lagunas costeras incluidas en los censos aéreos realizados en febrero de 2017. Se indican las regiones en las que se dividió la costa de Sonora.

RESULTADOS

Se obtuvieron 400,716 registros en total, la abundancia de aves pequeñas y grandes fue muy similar 195,263 y 174,353, respectivamente; lo que representó el 48 y 43% del total observado; las aves de talla media fueron notoriamente menos comunes (31,100 registros, 8%). Las mayores abundancias por sitio se observaron en Tóbari (127,570 registros, 32%), Yavaros-Moroncarit (86,469 registros, 21%), Lobos (55,684 registros, 14%) y San Jorge (34,768 registros, 9%); las menores se registraron en el Canal de Infiernillo (1,973 registros, 0.5%) y en La Pinta (1,362 registros, 0.3%; Cuadro 2). Los resultados de la correlación no paramétrica de Spermán indicaron una relación positiva y significativa entre la superficie lodosa



potencialmente utilizable por las aves playeras y la abundancia de las mismas ($r_s = 0.70$; $n = 13$; $p < 0.05$; Fig. 2).

Por región fue claro el predominio numérico de la porción sur (282,982 registros, 70% del total de registros), seguida por la región norte (83,073 registros, 21%), la porción central presentó las menores abundancias (34,661 registros, 9%; Cuadro 2).

Cuadro 2. Abundancia de aves playeras, por tallas y total, para las 13 lagunas sonorenses recorridas mediante censos aéreos. Se indican también los porcentajes por laguna y por talla.

Zona	Sitio	Abundancia por talla			Total	%
		Pequeños	Medianos	Grandes		
Sur	Agiabampo-Jitzamuri	9,141	824	3,294	13,259	3.31
	Yavaros-Moroncárit	46,110	3,184	37,175	86,469	21.58
	Tóbari	36,850	12,605	78,115	127,570	31.84
	Bahía Lobos	30,880	4,040	20,764	55,684	13.90
Medio	Los Algodones	3,063	675	2,061	5,799	1.45
	Guaymas	9,550	712	4,443	14,705	3.67
	Bahía Kino	7,330	1,303	3,551	12,184	3.04
	Canal de Infiernillo	251	131	1,591	1,973	0.49
Norte	Bahía San Jorge	19,090	2,582	13,096	34,768	8.68
	La Pinta	130	199	1,033	1,362	0.34
	Bahía Adair	4,753	738	2,472	7,963	1.99
	Santa Clara	14,655	3,377	764	18,796	4.69
	Delta del Río Colorado (Sonora)	13,460	730	5,994	20,184	5.04
Totales		195,263	31,100	174,353	400,716	
Porcentaje		48.73	7.76	43.51		

DISCUSIÓN

Las abundancias totales encontradas, poco más de 400,000 aves, durante los vuelos realizados en 2017 permiten ubicar a Sonora entre los tres estados costeros de la república con mayor abundancia invernal de este grupo taxonómico, junto con Baja California Sur y Sinaloa (Page *et al.*, 1997; Engilis *et al.*, 1998; Morrison & Ross, 2009).

En un trabajo donde se abordó un problema similar (detección de sitios importantes para las aves playeras), pero que utilizó otra herramienta (sistemas de información geográfica), las conclusiones fueron semejantes a las generadas en el presente estudio, señalando como los sitios con mayor potencial para la invernada de las aves playeras los que se ubican en las partes sur y norte de Sonora (Carmona Islas *et al.*, 2013), esto permite proponer que los mayores esfuerzos de monitoreo y conservación deben encauzarse a los humedales Lobos, Tóbari, y Yavaros en el sur y Delta del Río Colorado y San Jorge en el norte.

La selección de los sitios censados en el presente trabajo, más allá de la coincidencia con aquellos de Morrison *et al.* (1992) parece adecuada, ya que las aves playeras prefieren para alimentarse, los humedales de mayor tamaño (Granadeiro *et al.*, 2007), con sustratos blandos expuestos y con poca vegetación, precisamente los criterios que guiaron nuestra selección. Así se considera que se cubrió la mayoría de los humedales sonorenses potencialmente utilizables por estas aves.

El único trabajo equivalente encontrado es el referente a los conteos aéreos llevados a cabo en 1992 (Morrison *et al.*, 1992) y los compilados de 17 años después (Morrison *et al.*, 2009). De inicio es interesante la similitud entre ambos totales (*c.a.* 350,000 y 400,000 para Morrison *et al.*, 2009 y el presente trabajo,

respectivamente), también coincide en que la zona centro es la que presenta las menores abundancias. Sin embargo, Morrison *et al.* (1992) encontraron abundancias semejantes para las zonas norte y sur (cercasas a 150,000 aves), mientras que en 2017 fue claro el predominio de las lagunas australes. Las diferencias más evidentes por sitio se dieron para Yavaros y Tóbari en el sur (mayores en el trabajo presente) y para el Delta del Río Colorado en el norte (menores en el trabajo presente). Las diferencias en el delta son atribuibles al área cubierta, pues Morrison *et al.* (1992) cubrieron un área mayor al incluir los planos lodosos de Baja California, mismos que no se recorrieron en el presente trabajo. Para los sitios restantes, se ha demostrado que las aves playeras son capaces de escoger temporal y espacialmente los humedales costeros con mayor capacidad de carga (Hockey *et al.*, 1992), por lo que existe la posibilidad de que dicha capacidad haya sido diferente entre el momento de los vuelos de Morrison *et al.* (1992) y los datos presentes.

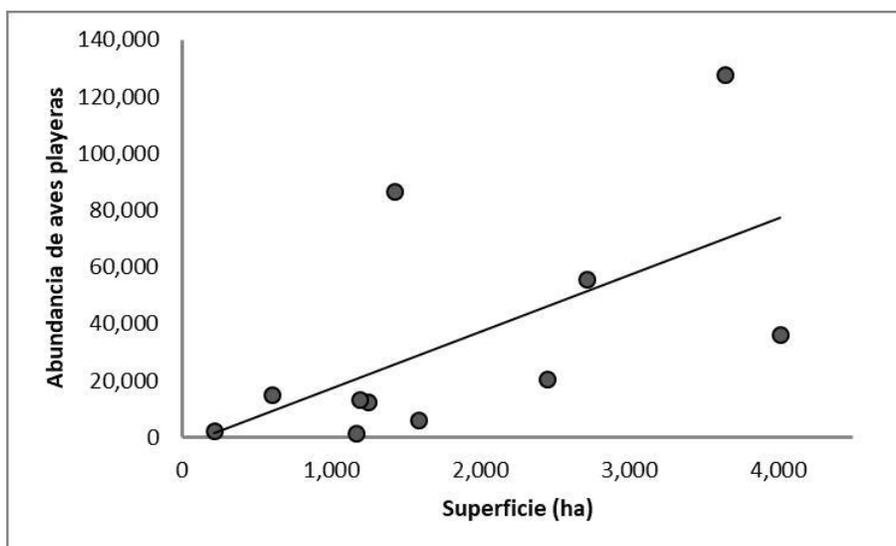


Figura 2. Relación entre la superficie de zona húmeda de cada sitio y la abundancia de aves playeras. La línea recta denota únicamente la tendencia.

Otra diferencia ocurrió a nivel de los totales de aves playeras grandes, pues fue cuatro veces mayor en el trabajo presente, con las diferencias más evidentes en los humedales sureños. Es probable que los humedales del sur de Sonora representen sitios de abastecimiento premigratorio, por lo que dadas las fechas de los recorridos (fines de febrero), las abundancias pudieron haber sido causadas, al menos en parte, por aves de paso.

Es necesario indicar que una limitante de los datos generados vía aérea es que éstos se compilan en breves períodos de tiempo y, por tanto, deben considerarse como una fotografía de las zonas censadas, bajo las condiciones ambientales imperantes en ese momento, mismas que podrían eventualmente cambiar. Así, los números observados proporcionan una estimación mínima de los totales en una zona determinada (Morrison *et al.*, 2009). Por otro lado, los censos aéreos son la mejor alternativa para obtener información a corto plazo sobre la distribución de aves playeras en grandes áreas, como las lagunas costeras sonorenses, para así identificar, por comparación, los sitios donde se presentan las mayores abundancias.

En suma, las abundancias de aves playeras encontradas en la costa de Sonora sitúan a esta entidad como una de las tres a nivel nacional con mayor abundancia invernal para este grupo taxonómico (junto con Baja California Sur y Sinaloa). Por región, la parte sur del estado es la que presentó mayores números, seguida de la porción norte, por último, en la zona central se registraron las menores abundancias.



AGRADECIMIENTOS. Agradecemos el invaluable apoyo de la Asociación LightHawk, por las facilidades otorgadas para realizar los recorridos aéreos; en especial a Christine Steele, Coordinadora del Programa del Oeste y al experto piloto Raymond Lee. A la Fundación David & Lucile Packart por financiar en parte este trabajo. Al personal del Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California, Sonora, en especial a Ana Luisa Figueroa Carranza. Por último, agradecemos a Ricardo Rodríguez Estrella por su excelente trabajo editorial y a dos revisores anónimos por sus sugerencias que mejoraron el presente.

LITERATURA CITADA

- Carmona, R., Ruiz-Campos, G., Brabata, G.** (2004) Seasonal abundance of migrant shorebirds in Baja California Peninsula, Mexico, and California, USA. *Wader Study Group Bulletin*, 105, 65–70.
- Carmona, R., Arce, N., Ayala-Pérez, V., Danemann, G.** (2011a) Seasonal abundance of shorebirds at the Guerrero Negro wetland complex, Baja California, Mexico. *Wader Study Group Bulletin*, 118, 40–48.
- Carmona, R., Hernández-Álvarez, A., Danemann, G.** (2011b) Estado actual de las investigaciones sobre aves playeras en México. *CICIMAR Océánides*, 26, 47–57.
- Carmona-Islas, C., Bello-Pineda, J., Carmona, R., Velarde, E.** (2013) Modelo espacial para la detección de sitios de alimentación para aves playeras migratorias en el Noroeste de México. *Huitzil*, 14, 22–42.
- Engilis, A., Oring, L. W., Carrera, E., Nelson, J. W., Martínez, A.** (1998) Shorebird surveys in Ensenada Pabellones and Bahía Santa Maria, Sinaloa, Mexico, Critical winter habitats for pacific flyway shorebirds. *Wilson Bulletin*, 110, 33–341.
- Granadeiro, J. P., Santos, C. D., Días, M. P., Palmeirim, J. M.** (2007) Environmental factors drive habitat partitioning in birds feeding in intertidal flats: implications for conservation. *Hydrobiologia*, 587, 291–302.
- Hockey, P. A. R., Navarro, R. A., Kalejta, B., Velásquez, C. R.** (1992) The riddle of the sands: Why are shorebird densities so high in southern estuaries? *American Naturalist*, 140, 96–979.
- Howes, L., Bakewell, D.** (1989) *Shorebirds studies manual*. Asian Wetland Bureau Publication No. 55. Kuala Lumpur, Malaysia, 362 pp.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI)** (2000) *Síntesis de información geográfica del estado de Sonora*. México. INEGI, Aguascalientes, 100 pp.
- Jiménez-Orocio, O., Rodríguez-Revelo, N., Espejel, L., Martínez, M. L., Infante, D., Monroy, R.** (2014) Sonora, pp. 279–288. In: SEMARNAT, CONAFOR (Eds.). *Diagnóstico de las dunas costeras de México*. SEMARNAT, México.
- Morrison, R. I. G., Ross, R. K., Torres, M. S.** (1992) *Aerial surveys of Nearctic shorebirds wintering in Mexico: Some preliminary results*. Canadian Wildlife Service Progress Notes. No. 201, Canadian Wildlife Service, Ottawa, Ontario, 11 pp.
- Morrison, R. I. G., Ross, R. K.** (2009) *Atlas of Nearctic Shorebirds on the Coast of Mexico*. Special publication /Canadian Wildlife Service, Ottawa, 126 pp.
- Myers, J. P., Morrison, R. I. G., Antas, P. Z., Harrington, B. A., Lovejoy, T. E., Sallaberry, M., Senner, S. E., Tarak, A.** (1987) Conservation strategy for migratory species. *American Scientist*, 75, 19–26.
- Ortiz-Pérez, M. A., de la Lanza-Espino, G.** (2006) *Diferenciación del espacio costero de México: Un inventario regional*. Geografía para el siglo XXI. Series de textos universitarios. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geografía, México D.F., 138 pp.
- Page, G. W., Palacios, E., Alfaro, L., González, S., Stenzel, L. E., Jungers, M.** (1997) Numbers of wintering shorebirds in coastal wetlands of Baja California, Mexico. *Journal of Field Ornithology*, 68, 562–574.
- Paulson, D.** (1993) *Shorebirds of the Pacific Northwest*. Princeton University Press, Eurographica, Italia, 405 pp.

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)** (2008) *Estrategia para la Conservación y Manejo de las Aves Playeras y su Hábitat en México*. México: Dirección General de Vida Silvestre, México, 89 pp.
- Weather Underground (WU)** (2019) Weather Underground. Registros históricos del clima. Disponible en: <http://www.wunderground.com/weather> (último acceso en octubre 2019).
- Zar, J. H.** (1999) *Biostatística Analysis*. Prentice Hall. 4th ed. New Jersey, E.U.A., 123 pp.