

DISTRIBUCIÓN ESPACIOTEMPORAL DE AVES EN LA SALINA DE GUERRERO NEGRO, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

SPATIOTEMPORAL DISTRIBUTION OF BIRDS AT THE GUERRERO NEGRO SALTWORKS, BAJA CALIFORNIA SUR, MEXICO

Roberto Carmona¹
Gustavo D. Danemann²

¹ Departamento de Biología Marina
Universidad Autónoma de Baja California Sur
Apartado postal 19-B
La Paz, CP 23000, Baja California Sur, México

² Facultad de Ciencias Marinas
Universidad Autónoma de Baja California
Km. 106 carretera Tijuana-Ensenada
Ensenada, CP 22860, Baja California, México

Recibido en octubre de 1997; aceptado en septiembre de 1998

RESUMEN

El desarrollo salinero ubicado cerca del complejo lagunar costero Ojo de Liebre-Guerrero Negro, en Baja California Sur (México), conforma un hábitat modificado utilizado por aves residentes y migratorias. Para describir la composición específica, distribución y abundancia de esta avifauna, se realizaron 12 censos mensuales en el área, de diciembre de 1995 a diciembre de 1996. Se identificaron 95 especies; los cambios observados a través del tiempo (máximo 61 en enero y mínimo 39 en julio) están relacionados con la presencia o ausencia de especies migratorias y/o invernantes. Quince de las especies están protegidas por el Gobierno Mexicano (dos en peligro de extinción, siete amenazadas, una rara y cinco bajo protección especial). Los cambios en las abundancias observadas también estuvieron relacionadas con las aves migratorias e invernantes, observándose los números máximos entre agosto y diciembre. Se registraron entre 5,561 y 72,951 aves en junio y agosto, respectivamente. Las especies más abundantes fueron *Phalaropus lobatus* (24.1% del total), *Calidris mauri* (23.2%), *Podiceps nigricollis* (13.8%), *Limosa fedoa* (6.4%) y *Branta bernicla* (6.2%). Los resultados aquí obtenidos confirman que esta zona es importante desde el punto de vista ornitológico.

Palabras clave: Guerrero Negro, Baja California Sur, salina, aves migratorias.

ABSTRACT

The saltworks development located near the Ojo de Liebre-Guerrero Negro coastal lagoon system, in Baja California Sur (Mexico), conforms a modified habitat used by resident and migratory birds. To describe the species composition, distribution and abundance of this avifauna, 12 monthly censuses were performed in the area, from December 1995 to December 1996. Ninety-five species were identified.

Changes in the number of species during the study period (from a maximum of 61 in January to a minimum of 39 in July) are related to the presence or absence of migratory and/or wintering species. Fifteen of the species are protected by the Mexican Government under some kind of status (two endangered, seven threatened, one rare and five under special protection). Changes in the abundance were also related to the occurrence of migratory and wintering birds, with the highest numbers recorded between August and December. The lowest abundance, 5,561 birds, was recorded in June and the highest, 72,951 birds, in August. The most abundant species were *Phalaropus lobatus* (24.1% of the overall record), *Calidris mauri* (23.2%), *Podiceps nigricollis* (13.8%), *Limosa fedoa* (6.4%) and *Branta bernicla* (6.2%). These results confirm that this area is ornithologically important.

Key words: Guerrero Negro, Baja California Sur, saltworks, migratory birds.

INTRODUCCIÓN

La costa occidental de Baja California es extensa y en su mayor parte no ha sido alterada, lo que parcialmente explica la ausencia de planes de manejo (Kramer y Migoya, 1989). Sin embargo, en algunas localidades el hábitat de las aves ha sido modificado. Éste es el caso del desarrollo salinero ubicado en las inmediaciones de la Laguna Ojo de Liebre, junto al poblado de Guerrero Negro, en Baja California Sur, que transformó lo que hace 50 años estaba ocupado principalmente por marismas, planicies lodosas y salitrales sujetos a inundaciones esporádicas (Nelson, 1921, en Kramer y Migoya, 1989), en un sistema de 30,000 ha de vasos de evaporación solar para la producción de sal, mismos que presentan profundidades y salinidades estables.

La salina es utilizada por un gran número de aves residentes y migratorias. Se encuentra ubicada en el "corredor del Pacífico", una de las rutas más importantes para la migración de aves playeras (chorlos y zarapicos) y anátidos (patos y gansos) (Myers *et al.*, 1987), y goza de la protección de la Compañía Exportadora de Sal, S.A. de C.V. (ESSA), concesionaria de la zona. Pese a la importancia ornitológica del área, no se tenían datos sobre la distribución espaciotemporal de las aves que la utilizan. El objetivo de este estudio fue realizar la primera descripción detallada de la composición específica, distribución, abundancia y uso que las aves dan a este hábitat artificial de la península de Baja California.

INTRODUCTION

The western coast of Baja California is extensive and, for the most part, has not been altered, which partly explains the absence of management plans (Kramer and Migoya, 1989). However, modification of bird habitats has occurred in some places. Such is the case of the saltworks development located in the vicinity of Ojo de Liebre Lagoon, near the town of Guerrero Negro, in Baja California Sur, which turned what 50 years ago was an area of salt marshes, mud flats and salt flats, subject to sporadic flooding (Nelson, 1921, in Kramer and Migoya, 1989), into a system of 30,000 ha of solar evaporation ponds for the production of salt; these ponds have stable depths and salinities.

The saltworks is used by many resident and migratory birds. It is located in the "Pacific flyway", one of the most important routes for the migration of shorebirds and waterfowl (Myers *et al.*, 1987), and is under the protection of the Compañía Exportadora de Sal, S.A. de C.V. (ESSA), concessionaire of the area. Despite the ornithological importance of the area, there are no data on the spatiotemporal distribution of the birds that use it. This study aims to provide the first detailed description of the specific composition, distribution and abundance of birds and the use they make of this artificial habitat of the peninsula of Baja California.

ÁREA DE ESTUDIO

La salina de Guerrero Negro se encuentra en la porción media occidental de la península de Baja California (México), en la zona conocida como Bahía de Sebastián Vizcaíno (Wyllie, 1961). En dicha bahía se localizan tres cuerpos de agua: Laguna Manuela (600 ha), Laguna Ojo de Liebre (57,100 ha) y Laguna de Guerrero Negro (2100 ha) (Lluch-Cota *et al.*, 1993; Massey y Palacios, 1994). La bahía presenta un clima árido, con lluvias de invierno que apenas rebasan los 100 mm anuales (Salinas-Zavala *et al.*, 1991). La vegetación está constituida predominantemente por matorral xerófilo y es, en general, baja y muy dispersa (Rzedowsky, 1978).

El área de estudio, que se extiende al sudeste de la Laguna Ojo de Liebre, se encuentra concesionada a ESSA para la producción de sal a partir de la evaporación de agua de mar (fig. 1). El proceso involucra el bombeo de agua de mar a una serie de vasos de concentración que abarcan 30,000 ha. En los primeros vasos de este sistema (indicados en la fig. 1 como S-1A y 1) se recibe el agua bombeada directamente desde la Laguna Ojo de Liebre, siendo la salinidad muy similar a la del medio marino (35–38‰), mientras que en los últimos vasos la salinidad alcanza el 250‰. Los vasos están separados entre sí por una serie de diques mayormente transitables, y la salinidad dentro de cada vaso se mantiene constante. La salmuera resultante del proceso de evaporación es bombeada a una serie de vasos de cristalización en donde la sal se precipita y es cosechada.

Las observaciones realizadas en una visita prospectiva llevada a cabo en noviembre de 1995 indicaron que, en general, las aves no utilizan los vasos de cristalización ni las zonas de concentración con mayor salinidad. Esta distribución limitó el campo de estudio a las zonas de concentración 1 a 9, S-1A, S-1B, y una zona de bombeo adicional conocida como Estero Norte (fig. 1).

STUDY AREA

The Guerrero Negro saltworks are located in the mid-western part of the peninsula of Baja California (Mexico), in the region of Sebastián Vizcaino Bay (Wyllie, 1961). Three coastal lagoons are found in this bay: Manuela (600 ha), Ojo de Liebre (57,100 ha) and Guerrero Negro (2100 ha) (Lluch-Cota *et al.*, 1993; Massey and Palacios, 1994). The climate is arid, with winter rainfall that barely exceeds 100 mm per annum (Salinas-Zavala *et al.*, 1991). The vegetation mainly consists of xerophyllous scrub and is, in general, low and thinly scattered (Rzedowsky, 1978).

The study area, on the southeastern side of Ojo de Liebre Lagoon, is concessioned to ESSA for the production of salt through the evaporation of seawater (fig. 1). Seawater is pumped to a series of concentration ponds that cover 30,000 ha. The first ponds of this system (indicated in fig. 1 as S-1A and 1) receive the water pumped directly from Ojo de Liebre Lagoon and the salinity is very similar to that of the marine environment (35–38‰), whereas in the last ponds, the salinity reaches 250‰. The ponds are separated by a series of traversable dikes and the salinity in each pond remains constant. The brine obtained during the evaporation process is pumped to a series of crystallization ponds where the salt precipitates and is gathered.

Observations made during a prospective visit carried out in November 1995 indicated that, in general, birds do not use the crystallization ponds or the concentration zones with highest salinity. Therefore, the study area was limited to concentration zones 1 to 9, S-1A, S-1B and an additional pumping zone known as Estero Norte (fig. 1).

METHODOLOGY

Twelve censuses were made from December 1995 to December 1996; the October census was not conducted. The birds were identified and counted using binoculars (8× and 10×) and a spotting scope (15–60×). The number of birds per

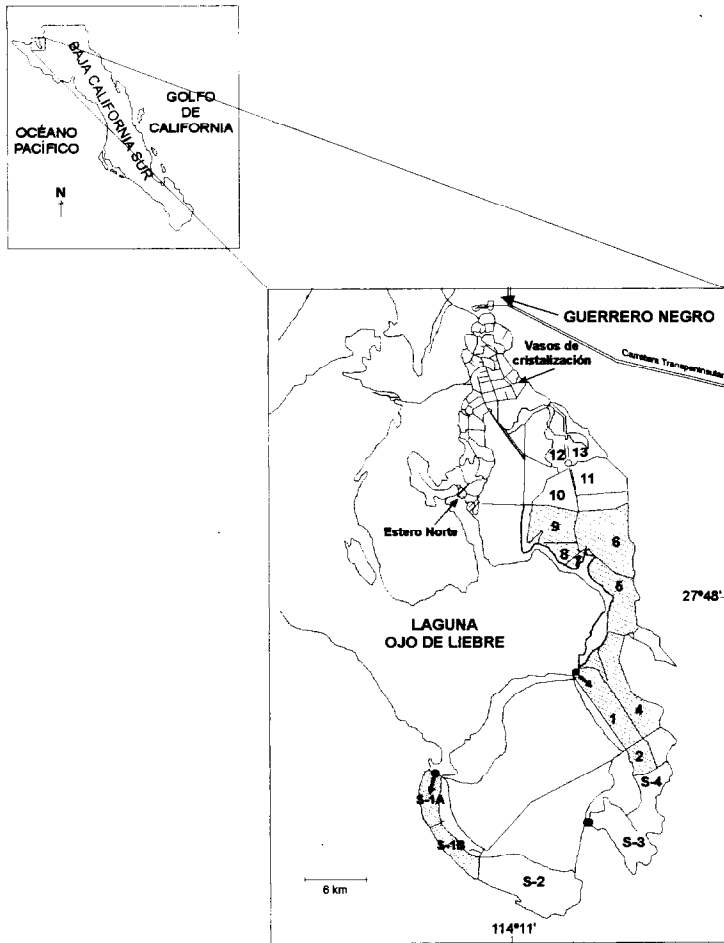


Figura 1. Área de estudio.

Figure 1. Study area.

METODOLOGÍA

Se realizaron 12 recorridos, iniciando en diciembre de 1995 y concluyendo en diciembre de 1996; no se realizó el recorrido de octubre. Las aves se identificaron y cuantificaron utilizando binoculares (8× y 10×) y un telescopio (15–60×). Los números por especie fueron ordenados por

species were arranged per zone (S-1A, S-1B, etc.). The birds were counted directly when there were fewer than 300 individuals. The size of the larger flocks was estimated using the method developed by Page *et al.* (1979), taking into consideration Kasprzyk and Harrington's (1989) suggestions regarding the standardization of the estimates.

zona (S-1A, S-1B, etc.). Las aves se contaron directamente cuando sus números fueron menores que 300 individuos. El tamaño de las bandadas mayores fue estimado utilizando el método desarrollado por Page *et al.* (1979), tomando en cuenta las sugerencias de Kasprzyk y Harrington (1989) en lo que respecta a la estandarización de las estimaciones.

Para los recorridos se utilizó un vehículo que se desplazó a lo largo de los caminos y diques establecidos. Esto implicó dos limitantes: (1) no fue posible recorrer diques o caminos en mal estado y (2) no fue posible recorrer la costa ubicada al sur y al este de las zonas de concentración, ya que no existen caminos en dicha área. Se descartó la utilización de una embarcación para recorrer zonas inaccesibles por tierra, por las complicaciones operativas que esto hubiera implicado.

Dado el objetivo de este estudio, sólo se consideraron en los conteos las aves que se encontraron sobre los diques y dentro de los diferentes estanques. Adicionalmente, se registró la presencia de especies no observadas anteriormente en el área, aunque se encontraran fuera de la zona anteriormente definida. Tales observaciones se anotaron en su conjunto como provenientes de "terrenos adyacentes". En este trabajo se presentan fundamentalmente los resultados relacionados con las especies numéricamente más abundantes, mismas que son invernantes y/o migratorias. La información referente a las aves que se reproducen en la salina forma parte de una investigación cuyos resultados serán publicados por separado.

RESULTADOS

Se registraron 94 especies, pertenecientes a 12 órdenes, 25 familias y 50 géneros (tabla 1). Una especie más (*Aythya collaris*, el pato bola grande) sólo fue observada durante la visita prospectiva (noviembre de 1995).

Las familias con mayor número de especies fueron: Scolopacidae (18), Laridae (18), Anatidae

The study area was traversed by vehicle along established pathways and dikes. This meant two limitations: (1) it was not possible to cover dikes and paths in bad condition and (2) it was not possible to cover the coast to the south and east of the zones of concentration as there are no paths in this part. The use of a boat to reach zones not accessible by land was discarded because of the operational complications involved.

Only the birds found on the dikes or in the different ponds were considered in this survey. However, species not previously observed in the area were recorded, even if they were found outside the previously defined zones; these birds were grouped together as coming from "adjacent lands". This study basically presents the results related to the numerically most abundant species, which are wintering or migratory species. Information regarding birds that breed in the saltworks will be presented in a different publication.

RESULTS

A total of 94 species were recorded, belonging to 12 orders, 25 families and 50 genera (table 1). One other species (*Aythya collaris*, the ring-necked duck) was only observed during the prospective visit (November 1995).

The families with the greatest number of species were: Scolopacidae (18), Laridae (18), Anatidae (13), Ardeidae (7), Accipitridae (5), Podicipedidae (4), Charadriidae (4) and Falconidae (3). The other 17 families were represented by only one or two species.

According to the categories defined in the Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994 (Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, 1994), 15 of the species observed at the saltworks have some kind of protection status: two are considered endangered, seven are categorized as threatened, one as rare and five require special protection (table 1).

Specific richness varied throughout the year. The highest values were recorded during autumn and winter (61 species in January and 58 in

Tabla 1. Lista sistemática de las aves registradas en la salina de Guerrero Negro, frecuencia de observación, mes de abundancia máxima, abundancia máxima, número de zonas en las que se observaron las distintas especies y categorías de éstas según la NOM-059-ECOL-1994: PR = protección especial; R = rara; A = amenazada; P = peligro de extinción. TERR = ave terrestre sólo consignada cualitativamente.

Table 1. Systematic list of the birds recorded at the Guerrero Negro saltworks, frequency of observation, month of maximum abundance, maximum abundance, number of zones where the different species were observed and status of them according to NOM-059-ECOL-1994: PR = special protection; R = rare; A = threatened; P = endangered. TERR = land bird only qualitatively consigned.

Especie	Frecuencia (meses)	Mes máximo	Abundancia máxima	Zonas	Categoría NOM
<i>Gavia</i> spp.	3	Dic. 95	14	3	
<i>Gavia immer</i>	5	Ene. 96	5	1	
<i>Podilymbus podiceps</i>	3	Abr. 96	4	3	
<i>Podiceps nigricollis</i>	12	Feb. 96	13,790	11	
<i>Podiceps auritus</i>	2	Nov. 96	2	2	
<i>Aechmophorus occidentalis</i>	9	Dic. 96	310	10	
<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	12	Nov. 96	499	6	
<i>Pelecanus occidentalis</i>	12	Dic. 96	528	10	
<i>Phalacrocorax auritus</i>	12	Dic. 96	6,137	11	
<i>Phalacrocorax penicillatus</i>	2	Ene. 96	9	3	
<i>Ardea herodias</i>	11	Nov. 96	23	9	R
<i>Casmerodius albus</i>	12	Nov. 96	107	9	
<i>Egretta thula</i>	12	Ago. 96	90	8	
<i>Egretta caerulea</i>	2	Dic. 95	1	1	
<i>Egretta tricolor</i>	6	Ene. 96	6	6	
<i>Egretta rufescens</i>	12	Sep. 96	214	7	A
<i>Nycticorax nycticorax</i>	11	Feb. 96	8	8	
<i>Branta bernicla</i>	11	Dic. 96	8,700	7	
<i>Anas crecca</i>	1	Ene. 96	2	1	
<i>Anas acuta</i>	10	Nov. 96	1,550	6	PR

Tabla 1 (Cont.)

Especie	Frecuencia (meses)	Mes máximo	Abundancia máxima	Zonas	Categoría NOM
<i>Anas discors</i>	1	Dic. 95	45	1	PR
<i>Anas clypeata</i>	7	Mar. 96	220	5	
<i>Anas penelope</i>	1	Dic. 95	30	1	
<i>Aythya valisineria</i>	4	Dic. 95	20	2	
<i>Aythya americana</i>	7	Nov. 96	16	4	
<i>Aythya collaris</i>	1	Nov. 95	---	2	
<i>Aythya affinis</i>	8	Nov. 96	9,590	11	PR
<i>Bucephala clangula</i>	4	Feb. 96	634	7	
<i>Bucephala albeola</i>	3	Dic. 95	27	5	
<i>Mergus serrator</i>	12	Nov. 96	712	6	
<i>Pandion haliaetus</i>	12	Nov. 96	15	9	
<i>Haliaetus leucocephalus</i>	1	Nov. 96	2	1	P
<i>Buteo jamaicensis</i>	3	TERR	TERR	3	PR
<i>Buteo</i> spp.	1	TERR	TERR	2	PR
<i>Buteo lagopus</i>	1	TERR	TERR	1	
<i>Falco sparverius</i>	1	TERR	TERR	1	
<i>Falco peregrinus</i>	12	Nov. 96	6	7	A
<i>Falco mexicanus</i>	4	TERR	TERR	3	A
<i>Fulica americana</i>	1	Feb. 96	1	1	
<i>Pluvialis squatarola</i>	9	Mar. 96	219	6	
<i>Charadrius alexandrinus</i>	10	May. 96	19	8	
<i>Charadrius wilsonia</i>	5	Feb. 96	13	5	
<i>Charadrius semipalmatus</i>	6	Ago. 96	9	5	
<i>Haematopus palliatus</i>	8	May. 96	6	3	
<i>Haematopus bachmani</i>	1	Dic. 96	1	1	

Tabla 1 (Cont.)

Especie	Frecuencia (meses)	Mes máximo	Abundancia máxima	Zonas	Categoría NOM
<i>Himantopus mexicanus</i>	10	Feb. 96	336	10	
<i>Recurvirostra americana</i>	12	Feb. 96	1,081	10	
<i>Tringa melanoleuca</i>	11	Jul. 96	219	12	
<i>Tringa flavipes</i>	8	Nov. 96	206	11	
<i>Catoptrophorus semipalmatus</i>	12	Feb. 96	954	12	
<i>Heteroscelus incanus</i>	3	Ene. 96	1	2	
<i>Numenius phaeopus</i>	6	Feb. 96	32	8	
<i>Numenius americanus</i>	10	Ago. 96	40	10	
<i>Limosa fedoa</i>	12	Dic. 96	11,061	10	
<i>Arenaria interpres</i>	8	Dic. 95	396	8	
<i>Arenaria melanocephala</i>	8	Mar. 96	60	6	
<i>Calidris canutus</i>	2	May. 96	10	2	
<i>Calidris alba</i>	11	Nov. 96	60	7	
<i>Calidris mauri</i>	12	Dic. 96	26,627	12	
<i>Calidris minutilla</i>	1	Ene. 96	2	1	
<i>Calidris alpina</i>	9	Abr. 96	13,000	11	
<i>Limnodromus spp.</i>	11	Nov. 96	12,042	11	
<i>Phalaropus tricolor</i>	2	May. 96	5	1	
<i>Phalaropus lobatus</i>	8	Ago. 96	57,880	10	
<i>Phalaropus fulicaria</i>	4	Ago. 96	173	4	
<i>Larus atricilla</i>	4	May. 96	7	5	
<i>Larus pipixcan</i>	2	Feb. 96	1	2	
<i>Larus philadelphia</i>	8	Dic. 96	1,801	10	
<i>Larus heermanni</i>	9	Nov. 96	115	6	A
<i>Larus delawarensis</i>	11	May. 96	35	11	

Carmona y Danemann: Aves en la salina de Guerrero Negro

Tabla 1 (Cont.)

Especie	Frecuencia (meses)	Mes máximo	Abundancia máxima	Zonas	Categoría NOM
<i>Larus californicus</i>	2	May. 96	3	4	
<i>Larus argentatus</i>	6	Ene. 96	15	10	
<i>Larus thayeri</i>	6	Feb. 96	6	8	
<i>Larus occidentalis</i>	12	Jun. 96	230	12	
<i>Larus glaucescens</i>	5	Mar. 96	8	4	
<i>Sterna nilotica</i>	3	Jul. 96	7	5	
<i>Sterna caspia</i>	12	Jun. 96	201	7	
<i>Sterna maxima</i>	8	Jun. 96	86	6	
<i>Sterna elegans</i>	5	Ago. 96	44	5	A
<i>Sterna forsteri</i>	12	Sep. 96	2,109	11	
<i>Sterna antillarum</i>	7	Jul. 96	169	6	P
<i>Chlidonias niger</i>	3	Jul. 96	75	3	
<i>Rynchops niger</i>	8	Nov. 96	200	1	
<i>Columbina passerina</i>	1	TERR	TERR	1	
<i>Tyto alba</i>	1	TERR	TERR	1	
<i>Athene cunicularia</i>	6	TERR	TERR	1	A
<i>Ceryle alcyon</i>	3	Ene. 96	2	2	
<i>Eremophila alpestris</i>	11	TERR	TERR	9	
<i>Progne subis</i>	1	TERR	TERR	1	
<i>Corvus corax</i>	9	TERR	TERR	5	
<i>Mimus polyglottos</i>	1	TERR	TERR	1	
<i>Taxostoma spp.</i>	1	TERR	TERR	1	
<i>Lanius ludovicianus</i>	1	TERR	TERR	1	
<i>Sturnus vulgaris</i>	1	TERR	TERR	1	
<i>Passerculus sandwichensis</i>	11	TERR	TERR	10	A

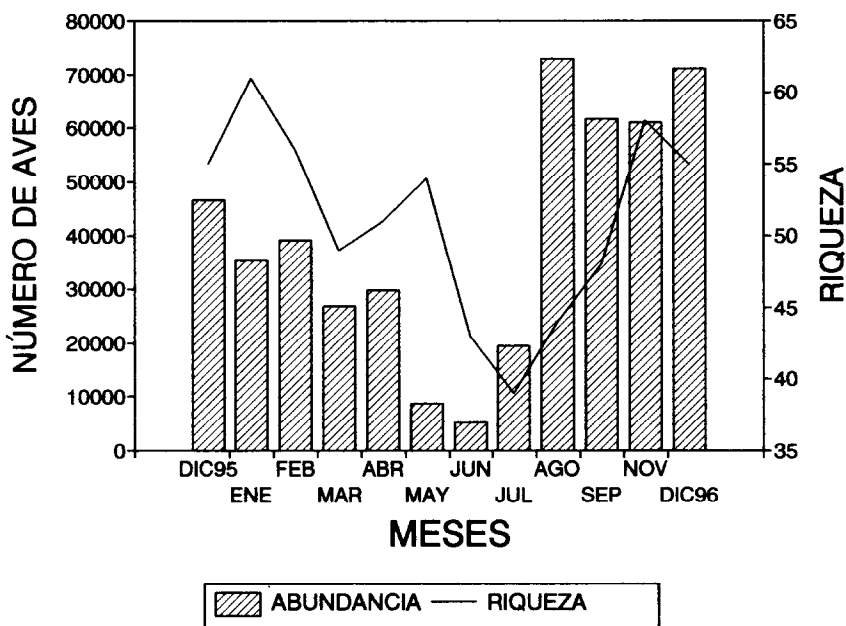


Figura 2. Riqueza específica y abundancia de aves en la salina de Guerrero Negro durante el periodo de estudio.

Figure 2. Specific richness and abundance of birds at the Guerrero Negro saltworks during the period of study.

(13), Ardeidae (7), Accipitridae (5), Podicipedidae (4), Charadriidae (4) y Falconidae (3). Las restantes 17 familias fueron representadas por sólo una o dos especies.

De acuerdo con la categorización definida en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994 (Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, 1994), 15 especies observadas en la salina cuentan con alguna categoría de protección: dos se encuentran consideradas en peligro de extinción, siete amenazadas, una está catalogada como rara y cinco requieren protección especial (tabla 1).

La riqueza específica varió a lo largo del año, encontrándose los valores mayores durante el periodo de otoño e invierno (61 especies en enero y 58 en noviembre) y los menores durante el verano (39 especies en julio). Existe un repunte ligero de la riqueza específica en mayo (fig. 2).

November) and the lowest in summer (39 species in July), though it peaked slightly in May (fig. 2).

The monthly abundance varied greatly, between 5,261 and 72,951 individuals (fig. 3). The most abundant groups were the shorebirds (especially *Calidris mauri*, *C. alpina*, *Limosa fedoa* and, occasionally, *Limnodromus* spp.), the anatids (especially *Branta bernicla* and *Aythya affinis*), the grebes (*Podiceps nigricollis*), the phalaropes (*Phalaropus lobatus*) and, occasionally, the pelicanids (particularly *Phalacrocorax auritus*), and the larids (*Sterna forsteri* and *Larus philadelphia*) (fig. 3). Of the total of birds observed, 94% belong to one of these species, distributing their relative importance throughout the year. For example, *C. mauri* represented 34% of all the birds recorded in December 1996, *P. nigricollis* represented 47% in March and *P. lobatus* 71% in August.

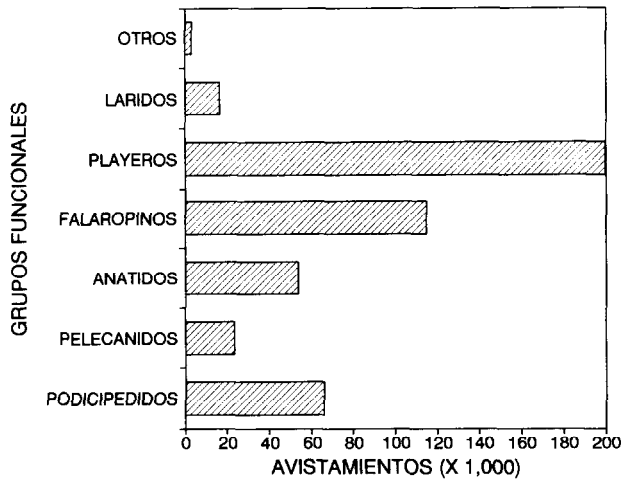


Figura 3. Abundancia de aves por grupo funcional en la salina de Guerrero Negro.
Figure 3. Abundance of birds per functional group at the Guerrero Negro saltworks.

La abundancia mensual tuvo fuertes oscilaciones, fluctuando entre 5,261 y 72,951 individuos (fig. 3). Los grupos más abundantes fueron los playeros (particularmente *Calidris mauri*, *C. alpina*, *Limosa fedoa* y ocasionalmente *Limnodromus* spp.), los anátidos (particularmente *Branta bernicla* y *Aythya affinis*), los podicipédidos (*Podiceps nigricollis*), los falarópinos (*Phalaropus lobatus*) y, ocasionalmente, los pelecanidos (particularmente *Phalacrocorax auritus*) y los láridos (*Sterna forsteri* y *Larus philadelphia*) (fig. 3). El 94% del total de aves observadas fue de alguna de las especies antes mencionadas, repartiendo su importancia relativa a lo largo del tiempo. Por ejemplo, *C. mauri* representó el 34% del total de aves registradas en diciembre de 1996, *P. nigricollis* representó el 47% en marzo y *P. lobatus* el 71% en agosto.

Entre diciembre y abril se observó un descenso paulatino de los números observados, mientras que de mayo a julio se registraron los números más bajos. En agosto los números se incrementaron drásticamente y se mantuvieron hasta diciembre de 1996, cuando se concluyó el estudio.

Between December and April there was a gradual decrease in the numbers observed, and the lowest numbers were recorded in May and July. The numbers increased significantly in August and remained constant until December 1996, when the study concluded.

It is interesting to analyze the temporal variations in the numbers of *P. nigricollis*, *C. mauri* and *P. lobatus*, which are numerically the most important species. *Podiceps nigricollis* stayed at the saltworks in large numbers for nine months of the year (fig. 4a). From December to April, between 6000 and 9000 individuals were observed, except for the period from February to March, when more than 13,700 individuals were recorded. The numbers decreased from May to June, and from July to September very few individuals of this species were observed; they returned between October and November, and regained their original numbers in December.

During winter, groups of *C. mauri* of up to 19,000 individuals were observed. From December to May the number of individuals of this species decreased constantly (fig. 4b), until reaching their minimum numbers between April and June.

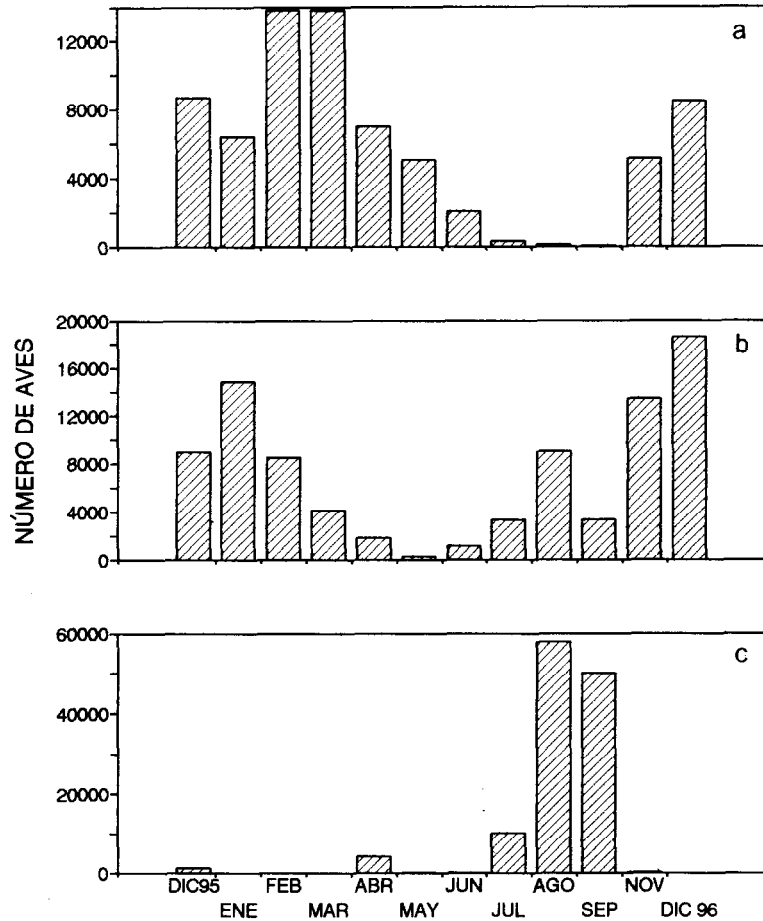


Figura 4. Abundancia temporal de las tres especies más abundantes en la salina de Guerrero Negro.
Figure 4. Temporal abundance of the three most abundant species at the Guerrero Negro saltworks.
(a) *Podiceps nigricollis*; **(b)** *Calidris mauri*; **(c)** *Phalaropus lobatus*.

Resulta interesante analizar las variaciones temporales en los números de *P. nigricollis*, *C. mauri* y *P. lobatus*, que son las especies numéricamente más importantes. *Podiceps nigricollis* permaneció nueve meses del año en la salina, con números importantes (fig. 4a). De diciembre a abril se observaron entre 6000 y 9000 individuos,

This species began to reappear in July and increased notably in August. The numbers began to decrease again in September and then gradually began to increase in October, until reaching their maximum numbers in December.

Phalaropus lobatus did not overlap with *P. nigricollis* throughout the year (fig. 4c). Except

Tabla 2. Abundancia máxima, mínima y promedio, y riqueza específica de aves en las zonas de concentración de la salina de Guerrero Negro.**Table 2.** Maximum, minimum and mean abundance, and specific richness of birds in the concentration ponds at the Guerrero Negro saltworks.

Zonas	Abundancia máxima	Abundancia mínima	Abundancia promedio	Riqueza específica
S-1A	28,116	789	7,380	68
S-1B	4,760	108	1,038	38
A1	14,860	525	5,234	71
A2	5,255	105	1,049	49
A4	6,499	122	2,112	44
A5	15,656	994	5,748	34
A6	24,252	119	5,458	36
A7	18,868	35	3,019	33
A8	15,023	107	7,198	43
A9	9,908	0	1,517	21
EN	610	13	97	36

con excepción del periodo comprendido entre febrero y marzo, en el cual se observaron más de 13,700 individuos. Entre mayo y junio los números descendieron, y de julio a septiembre esta especie se observó en números muy bajos, regresando entre octubre y noviembre, para recuperar sus números originales en diciembre.

Durante el invierno se observaron grupos de *C. mauri* de hasta 19,000 individuos. De diciembre a mayo los números de esta especie disminuyeron en forma constante (fig. 4b), alcanzando sus valores mínimos entre abril y junio. En julio esta especie comenzó a reaparecer, presentando en agosto un incremento notorio. En septiembre los números volvieron a descender, para iniciar un ascenso paulatino a partir de octubre y alcanzar nuevamente sus máximos en diciembre.

A lo largo del año, *P. lobatus* estuvo completamente separado de *P. nigricollis* (fig. 4c). Salvo

for occasional appearances, the phalarope was absent from the saltworks during the nine months in which *P. nigricollis* occurred in considerable numbers; it appeared in July, and in August and September recorded the highest numbers of any species at the saltworks. By November, this species had completely abandoned the saltworks.

The greatest numbers of species were observed in zones 1 and S-1A (table 2); in the former, maximum specific richness was recorded in January and in the latter, in December 1996, with 39 and 37 species, respectively. The number of species decreased in zones with higher salinities and the lowest specific richness was recorded in zone 9 (table 2). Zone 8 was an exception to this behaviour, since it presented a relatively high specific richness (comparable to zone 4), with a maximum of 22 species in March.

apariciones ocasionales, el falaropo permaneció ausente de la salina durante los nueve meses en los que *P. nigricollis* estuvo presente en números considerables, apareciendo en julio y alcanzando en agosto y septiembre los números más altos para una especie en la salina. En noviembre el falaropo había abandonado completamente la salina.

Las zonas en las que se observó mayor número de especies fueron la 1 y la S-1A (tabla 2); la primera alcanzó su riqueza específica máxima en enero, cuando se registraron en ella 39 especies, mientras que la segunda alcanzó su máximo en diciembre de 1996, con 37 especies. El número de especies disminuyó al internarse en zonas con salinidades cada vez más altas. En la zona 9 se registró la riqueza específica más baja (tabla 2). La zona 8 representó una excepción a este comportamiento, ya que su riqueza específica fue relativamente alta (comparable a la zona 4), con un máximo de 22 especies en marzo.

Respecto a la abundancia, en noviembre se observó en S-1A el número máximo de aves registrado en una zona de la salina, aportando el 46% del total mensual; esta zona también presentó el máximo promedio mensual (tabla 2).

DISCUSIÓN

Considerando los últimos estudios y revisiones realizados en los humedales de la costa occidental de la península (Massey y Palacios, 1994), sólo el Estero de Punta Banda (con 104 especies registradas) y Bahía San Quintín (con 105 especies) superan la riqueza específica de la salina de Guerrero Negro. El número de especies registrado supera los valores reportados para humedales tan importantes como Bahía Magdalena (90 especies), Laguna San Ignacio (87) y el propio complejo lagunar Ojo de Liebre-Guerrero Negro (93). En buena medida, la riqueza registrada en cada localidad se encuentra influida por el esfuerzo de investigación realizado en cada área, pues tanto Punta Banda como Bahía San Quintín son, por mucho, las áreas de la península mejor estudiadas desde el punto de vista ornitológico.

Regarding the abundance, the maximum number of birds observed in any one zone of the saltworks was recorded in November in S-1A, contributing 46% of the monthly total; this zone also presented the maximum monthly average (table 2).

DISCUSSION

Based on the most recent studies and reviews of the wetlands on the west coast of the peninsula (Massey and Palacios, 1994), only the Estero de Punta Banda (with 104 species) and San Quintín Bay (with 105 species) have a greater specific richness than the Guerrero Negro saltworks. The number of species recorded surpasses the values reported for other important wetlands, such as Magdalena Bay (90 species), San Ignacio Lagoon (87) and even the Ojo de Liebre-Guerrero Negro lagoon system (93). The richness recorded at each site is largely influenced by the research effort in each area, since both Punta Banda and San Quintín Bay are, by far, the areas of the peninsula most studied from an ornithological viewpoint.

Of the 95 species recorded, 60 are migratory (AOU, 1983). These birds (gulls, shorebirds, phalaropes, anatids and grebes) breed in the northern United States and Canada and use the Guerrero Negro saltworks as a wintering area, or as a stopover on their migratory route. This explains the variations in the specific richness and abundance at the saltworks, which were greatest during the winter and lowest during the summer, when most of the migratory birds are in their northern breeding areas. The peak in the specific richness observed in May was associated with the arrival of fewer than five species of gulls (*Larus* spp.) to the area. These gulls, which occurred in low numbers, arrived at the wintering areas ahead of time; this has been observed for other species of this family (Dellivers *et al.*, 1971; Carmona *et al.*, 1994).

The increase in bird abundance recorded in August was due to the arrival of *P. lobatus*, the most abundant migratory species at the saltworks.

De las 95 especies registradas, 60 son migratorias (AOU, 1983). Estas aves (láridos, playeros, falarópinos, anátidos y podicipédidos) se reproducen en el norte de los Estados Unidos y en Canadá, y utilizan la salina de Guerrero Negro como lugar de invernación o bien como una escala en su ruta migratoria. Esto explica las variaciones en la riqueza específica y abundancia en la salina, que alcanzaron sus máximos durante la temporada de invernación y sus mínimos durante el verano, cuando la mayoría de las aves migratorias se encontraban en sus áreas de reproducción en el norte. El repunte en la riqueza específica observado en mayo estuvo asociado con la llegada de al menos cinco especies de gaviota (*Larus* spp.) a la zona. Estas gaviotas, que se presentaron en números bajos, llegaron anticipadamente a las áreas de invernación, como ha sido observado en otras especies de esa familia (Dellivers *et al.*, 1971; Carmona *et al.*, 1994).

El aumento en la abundancia de aves registrado en agosto obedeció a la llegada de *P. lobatus*, la especie migratoria que presentó los números mayores en la salina. Entre septiembre y noviembre esta especie realiza una parada de recuperación en la salina, para continuar con su migración hacia el sur. En ese momento es reemplazada inicialmente por *P. nigricollis* y posteriormente por los anátidos invernantes, mismos que en diciembre ya se encuentran en el área.

El sistema lagunar costero de Ojo de Liebre-Guerrero Negro tiene particular relevancia para la migración de varias especies de anátidos, particularmente *Branta bernicla* (ganso de collar). Durante el periodo de 1954 a 1989, este sistema alojó un promedio de 30,000 individuos de esta especie (Lluch-Cota *et al.*, 1993). Considerando este promedio, las instalaciones de la salina albergan a poco más del 29% (8700 aves como máximo) de este promedio, durante su invernación en el área. Las concentraciones mayores de esta especie dentro de la salina se encontraron en los vasos de concentración con salinidades más cercanas a las del medio marino. Esto se relaciona con la presencia de mantos importantes de pasto marino (*Zostera marina*), en la que se basa la

Between September and November, this species stopped at the saltworks to recuperate before continuing its southern migration. Upon its departure, it was initially replaced by *P. nigricollis* and then by wintering anatids that are already found in the area in December.

The Ojo de Liebre-Guerrero Negro coastal lagoon system is of particular importance in the migration of many species of anatids, especially *Branta bernicla* (brant goose). From 1954 to 1989, this system sheltered an average of 30,000 individuals of this species (Lluch-Cota *et al.*, 1993) and, based on this average, slightly more than 29% (8700 birds maximum) winter at the saltworks. The greatest flocks of this species were observed in the concentration ponds with salinities similar to those of the marine environment. This is related to the presence of sea grass (*Zostera marina*) beds that form the basis of the winter diets of these birds (Cottam *et al.*, 1944). The number of brant geese reported in each zone decreases drastically towards the interior of the saltworks, because of the increase in salinity that restricts the growth of the sea grass.

The Ojo de Liebre-Guerrero Negro lagoon system receives from 128,000 to 276,000 shorebirds per year (estimates made during the wintering periods from 1991 to 1994 by Morrison *et al.* (1992), Page and Palacios (1993) and Page *et al.* (1997)). Based on these estimates, the numbers recorded for the saltworks (31,600 shorebirds on average) indicate that this area is used by 12% to 24% of the shorebirds that winter in the lagoon system.

The high and constant numbers reported for *P. nigricollis* between December and April indicate that this area is used during the winter by a stable population of this species. The maximum values recorded in February and March indicate the migratory pass of flocks of these birds from more southerly wintering areas, and that they use the saltworks as a stopover. The decrease observed between May and June is due to the progressive abandonment of the area as they head north to their breeding grounds. During their breeding season, from July to September (Jehl,

dieta de invierno de estas aves (Cottam *et al.*, 1944). El número de gansos de collar registrado en cada zona disminuye drásticamente hacia el interior de la salina, dado el incremento de salinidad que restringe el crecimiento del pasto marino.

El complejo lagunar Ojo de Liebre-Guerrero Negro recibe anualmente de 128,000 a 276,000 aves playeras (estimaciones realizadas en los periodos invernales de 1991 a 1994 por Morrison *et al.* (1992), Page y Palacios (1993) y Page *et al.* (1997)). Considerando estas cifras, los registros observados en la salina (en promedio 31,600 aves playeras) indican que el área es utilizada por entre el 12% y el 24% de las aves playeras que invernan en el complejo lagunar.

Los números altos y constantes de *P. nigricollis* observados entre diciembre y abril indican que el área es utilizada durante el invierno por una población estable de esta especie. Los máximos registrados en febrero y marzo evidencian el paso migratorio de grupos de estas aves provenientes de áreas de internación más sureñas y que utilizan la salina como área de recuperación. El descenso observado entre mayo y junio obedece al abandono progresivo del área por parte de esta especie, al dirigirse a sus áreas de reproducción en el norte. De julio a septiembre, durante su época reproductiva (Jehl, 1988), *P. nigricollis* estuvo prácticamente ausente de la salina, regresando entre octubre y noviembre, y recuperando sus números originales en diciembre.

Phalaropus lobatus inicia su reproducción en el norte entre mayo y junio (Ricklefs, 1984), por lo que su aparición en la salina (en julio) se debe al paso migratorio de otoño hacia sus zonas de internación en América del Sur (AOU, 1983; Wilbur, 1987). Sólo una parte muy pequeña de los migrantes que pasan hacia el sur en julio vuelve a pasar por la salina en abril, de regreso a sus zonas de reproducción en el norte. Esto sugiere la existencia de otra ruta migratoria, aún no reportada, utilizada preferentemente durante la primavera.

Tanto *P. lobatus* como *P. nigricollis* se presentan en números bajos en el complejo lagunar

1988), *P. nigricollis* was virtually absent from the saltworks, returning between October and November to regain their original numbers in December.

Phalaropus lobatus begin breeding in the north between May and June (Ricklefs, 1984) and their occurrence at the saltworks (July) is due to their autumn migration to their wintering areas in South America (AOU, 1983; Wilbur, 1987). Only a very few of the migrants that head south in July return to the saltworks in April, on their way to their breeding grounds in the north. This suggests another migratory route, not yet reported, that they prefer to use in spring.

Both *P. lobatus* and *P. nigricollis* occurred in low numbers in the Ojo de Liebre-Guerrero Negro lagoon system, which differs from the high numbers reported inside the saltworks. These species are halophylic and generally winter in natural hypersaline lakes (Jehl, 1988). Even though there is little information on the avifauna of the area before the construction of the saltworks, the artificial habitat created has hypersaline characteristics that are unique in the region and have undoubtedly favored its colonization by these two species.

The records indicate a wintering population of *Calidris mauri* of at least 10,000 at the saltworks, and occasionally more than 19,000 individuals. The number of calidrids that reach the Ojo de Liebre-Guerrero Negro lagoon complex has been estimated between 50,000 and 180,000 individuals (Morrison *et al.*, 1992; Page and Palacios, 1993); therefore, the saltworks should receive from 15% to 50% of the birds of this species that reach the area. *Calidris mauri* is one of the most widely-distributed species within the saltworks development; this is probably associated with the abundant distribution of larvae and adults of halophylic flies that are included in the diet of this species.

The spatial distribution of the birds is higher in the first zones of the evaporation system of the saltworks. This is related to the physicochemical conditions of these zones, which are similar to those of Ojo de Liebre Lagoon. Larvae and

Ojo de Liebre-Guerrero Negro, lo que contrasta con los números altos registrados dentro de la salina. Estas especies son halofílicas y utilizan generalmente lagos naturales hipersalinos para invernar (Jehl, 1988). Si bien se carece de información sobre el avifauna del área previamente a la construcción de la salina, el hábitat artificial generado por este desarrollo presenta características de hipersalinidad únicas en la región, lo que indudablemente debe haber favorecido su colonización por parte de estas dos especies.

Los registros indican que existe una población invernante de al menos 10,000 *Calidris mauri* en la salina, elevándose ocasionalmente hasta por sobre los 19,000 individuos. El número de calidridos que llega al complejo lagunar Ojo de Liebre-Guerrero Negro se ha estimado entre 50,000 y 180,000 individuos (Morrison *et al.*, 1992; Page y Palacios, 1993), por lo que la salina recibiría entre el 15% y el 50% de las aves de esta especie que llegan al área. *Calidris mauri* es una de las especies más ampliamente distribuidas dentro del desarrollo salinero, lo que probablemente se relacione con la abundante distribución en el área de las larvas y adultos de moscas halofílicas que esta especie incluye en su dieta.

La distribución espacial de las aves está volcada hacia las primeras zonas del sistema de evaporación de la salina. Esto se relaciona con las condiciones fisicoquímicas de estas zonas, que son similares a las de la Laguna Ojo de Liebre. Las larvas y juveniles de peces e invertebrados provenientes de la laguna son bombeados a las zonas, donde proliferan y son utilizados como alimento por las aves. La diversidad y abundancia de presas posibilita que estas zonas mantengan una gran riqueza específica de aves. En forma progresiva al avanzar en el proceso de evaporación, el aumento de salinidad limita la variedad de peces e invertebrados que pueden sobrevivir en las zonas, lo que a su vez limita el número de especies de aves que aprovechan esta fuente de alimento. La excepción representada por la zona 8 se explica por el hecho de que ésta presenta bajos, barras e islas de arena amplios, que son utilizados como posadero principalmente por aves playeras y

juveniles of fish and invertebrates from the lagoon are pumped into the zones, where they reproduce and are used as food by the birds. The diversity and abundance of prey enables these zones to maintain a high specific richness of birds. As the evaporation process advances, the progressive increase in salinity limits the variety of fish and invertebrates that can survive in the ponds, which in turn limits the number of bird species that can exploit this food source. The exception observed in zone 8 is due to the fact that it has shoals, wide sand bars and islands that are used as roosting sites by shorebirds and gulls, regardless of the salinity conditions.

Even though a low specific richness was reported for zones 4, 5, 6 and 7, the occurrence of *P. nigricollis* and *P. lobatus* resulted in high abundance values. The salinity of these ponds allows the growth of an important biomass of *Artemia*, the main prey of these birds; also, to a lesser extent, it favored the use of zone 8. The temporal separation in the use of the saltworks (fig. 4) does not let *P. nigricollis* and *P. lobatus* use this food source at the same time.

The results of this study indicate that the Guerrero Negro saltworks is an important habitat for birds. Many factors favor the establishment and maintenance of the birds at this site:

1. The physicochemical conditions and biological characteristics of the system of evaporation ponds remain stable within each zone and through time. The physicochemical and biological stability of each of the zones is indispensable in the salt production process, and must therefore be maintained. This sustains many different fish and invertebrate communities, which represent an abundant and dense food source, restricted to wide, shallow areas and, therefore, relatively easy to be used by birds.
2. The area affected by the development of the saltworks is protected by ESSA. This limits human access and prevents any type of physical alteration to the area used by the birds, as

láridos, independientemente de sus condiciones de salinidad.

Si bien las zonas 4, 5, 6 y 7 registraron una riqueza específica baja, la presencia de *P. nigricollis* y *P. lobatus* ocasionó que los valores de abundancia fueran altos. La salinidad de estos vasos permite el crecimiento de una biomasa importante de *Artemia*, principal presa de estas aves. En menor grado, esto también favoreció el uso de la zona 8. La separación temporal en el uso de la salina (fig. 4) no permite que *P. nigricollis* y *P. lobatus* utilicen simultáneamente este recurso alimenticio.

Los resultados de este estudio señalan a la salina de Guerrero Negro como un hábitat de gran importancia para las aves. Diversos factores favorecen el establecimiento y mantenimiento de las aves en esta localidad:

1. Las condiciones fisicoquímicas y las características biológicas del sistema de vasos de evaporación se mantienen estables dentro de cada zona y a través del tiempo. La estabilidad fisicoquímica y biológica de cada una de las zonas es un requisito indispensable para el proceso de producción de sal, por lo que su mantenimiento se considera prioritario. Esto mantiene comunidades diversas de peces e invertebrados, que representan una fuente de alimento abundante, densa y restringida en áreas amplias y de poca profundidad, por lo que es relativamente fácil de capturar por las aves.
2. El área afectada por el desarrollo salinero recibe protección permanente por parte de ESSA. Esto limita el tránsito humano y previene cualquier tipo de alteración física del ambiente utilizado por las aves, así como la extracción de los organismos (peces, camarones, *Artemia*, etc.) de los cuales las aves se alimentan.
3. La hipersalinidad posibilita el desarrollo de una enorme biomasa de *Artemia*, un alimento de gran calidad y no muy abundante en otras

well as the removal of organisms (fish, shrimp, *Artemia*, etc.) that the birds feed on.

3. The hypersalinity favors the development of a large biomass of *Artemia*, a high-quality food not very abundant in other areas, that is used by many birds, mainly *P. nigricollis* and *P. lobatus*.

The population numbers recorded classify the saltworks as an important wetland of the peninsula of Baja California. Taking into account only the maximum values observed for each species (which avoids duplicate records) and then adding them up, it is estimated that the saltworks was used by at least 172,407 birds throughout the year. This is a modest estimate of the total number of birds that use this artificial habitat. A similar calculation made only for shorebirds indicates that the saltworks was used by more than 124,000 shorebirds during the study period. According to the criteria established by the Western Hemisphere Shorebird Reserves Network (WHSRN), this value classifies the Guerrero Negro saltworks as an "International Site" (MBO, 1990).

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank the Compañía Exportadora de Sal, S.A. de C.V., of Guerrero Negro, in particular Julio César Peralta, head of the Department of Biology and Environmental Impact, for the logistical support; Saudiel Ramírez, Felipe Becerril, Rodrigo Carmona, Enrique Lozano and Mónica Rivera for their help in the field; and Georgina Brabata for her help with the edition of the manuscript. The manuscript was improved by the comments of three anonymous referees.

English translation by Jennifer Davis and Christine Harris.

áreas, aprovechado por un gran número de aves, principalmente *P. nigricollis* y *P. lobatus*.

Los números poblacionales registrados ubican a la salina como un humedal importante en la península de Baja California. Considerando sólo los valores máximos observados para cada especie (lo que evita duplicar registros) y sumando éstos, se tiene que la salina fue utilizada por al menos 172,407 aves a lo largo del año. Éste es un estimador modesto del número total de aves que utilizan este hábitat artificial. Un cálculo similar realizado exclusivamente para las aves playeras indica que la salina fue utilizada por más de 124,000 playeros durante el periodo de estudio. De acuerdo con los criterios establecidos por la Red Hemisférica de Reservas para Aves Playeras (RHRAP), este valor permitiría categorizar a la salina de Guerrero Negro como un "Sitio Internacional" (MBO, 1990).

AGRADECIMIENTOS

Los autores manifestamos nuestro agradecimiento a la Compañía Exportadora de Sal, SA de CV, de Guerrero Negro, y en particular a Julio César Peralta, jefe del Departamento de Biología e Impacto Ambiental de esta empresa, por el apoyo logístico brindado; a Saudiel Ramírez, Felipe Becerril, Rodrigo Carmona, Enrique Lozano y Mónica Rivera por su asistencia en el trabajo de campo; y a Georgina Brabata por su colaboración en la edición del manuscrito. Este trabajo se enriqueció con los comentarios de tres revisores anónimos.

REFERENCIAS

- American Ornithologists' Union (AOU) (1983). Check-list of North American Birds. Allen Press, Lawrence, Kansas, 877 pp.
- Carmona, R., Fernández-Brabata, G. y Arvizu, E. (1994). Variación temporal en la abundancia del rayador, *Rynchops niger*, en Baja California Sur, México. *Rev. Biol. Trop.*, 43: 313-315.
- Cottam, C., Lynch, J.J. and Nelson, A.L. (1944). Food, habits and management of the American sea brant. *J. Wildl. Manag.*, 8: 36-56.
- Dellivers, P., Caskie, G. and Jehl, J.R. (1971). The distribution of certain large gulls (*Larus*) in southern California and Baja California. *Calif. Birds*, 2: 11-35.
- Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos (1994). Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección. *Diario Oficial de la Federación*, 16 de mayo de 1994, 60 pp.
- Jehl, J. (1988). Biology of the eared grebe and Wilson's falarope in the non-breeding season: a study of adaptations to saline lakes. *Stud. Avian Biol.*, 12: 74 pp.
- Kasprzyk, M.J. y Harrington, B.A. (1989). Manual de campo para el estudio de aves playeras. CICESE-MBO. Ensenada, México, 134 pp.
- Kramer, G. and Migoya, R. (1989). The Pacific coast of Mexico. In: L. Smith, R. Pederson and R. Kaminsky (eds.), *Habitat Management for Migrating and Wintering Waterfowl in North America*. Texas Tech. Univ. Press, Lubbock, Texas, pp. 507-528.
- Lluch-Cota, D.B., Castellanos-Vera, A., Llinas-Gutiérrez, J. y Ortega-Rubio, A. (1993). La Reserva de la Biosfera del Vizcaíno. En: S. Salazar-Vallejo y N.E. González (eds.), *Biodiversidad Marina y Costera de México*. CONABIO-CIQRO, México, DF, pp. 358-388.
- Manomet Bird Observatory (MBO) (1990). Manual para el Taller de Campo sobre Ambientes Acuáticos. CICESE-MBO, Ensenada, México, 113 pp.
- Massey, W.B. and Palacios, E. (1994). Avifauna of the wetlands of Baja California, Mexico: current status. *Stud. Avian Biol.*, 15: 45-57.
- Morrison, R.I.G., Roos, R.K. and Torres, S. (1992). Aerial surveys of nearctic shorebirds wintering in Mexico: some preliminary results. *Progress notes*. Canadian Wildlife Serv., Canadian Ministry of the Environment, 12 pp.
- Myers, J., Morrison, R., Antas, Z., Harrington, B., Lovejoy, T., Sallaberry, M., Senner, S. and Tarak, A. (1987). Conservation strategy for migratory species. *Am. Sci.*, 75: 19-26.
- Page, G.W. and Palacios, E. (1993). Winter shorebird numbers in wetlands along the west coast of Baja California. PRBO-CICESE, Ensenada, México, 16 pp.
- Page, G.W., Stenzel, L.E. and Wolfe, C.M. (1979). Aspects of the occurrence of shorebirds on a

- central California estuary. In: F.A. Pitelka (ed.), *Stud. Avian Biol.*, pp. 15-32.
- Page, G.W., Palacios, E., Alfaro, L., González, S., Stenzel, L.E. and Jungers, M. (1997). Numbers of wintering shorebirds in coastal wetlands of Baja California, Mexico. *J. Field Ornithol.*, 68: 562-576.
- Ricklefs, R. (1984). Egg dimensions and neonatal mass of shorebirds. *Condor*, 86: 7-11.
- Rzedowsky, J. (1978). *Vegetación de México*. Ed. Limusa, México, DF, 432 pp.
- Salinas-Zavala, C.A., Llinas, J. y Rodríguez-Estrella, R. (1991). Aspectos biológicos del águila pescadora (*Pandion haliaetus carolinensis*). En: A. Ortega y L. Arriaga (eds.), *La Reserva de la Biósfera del Vizcaíno en la Península de Baja California*. Centro de Investigaciones Biológicas, La Paz, Baja California Sur, pp. 265-293.
- Wilbur, S.R. (1987). *Birds of Baja California*. Univ. of California Press, Berkeley, 253 pp.
- Wyllie, J.G. (1961). The water masses of Sebastián Vizcaíno Bay. *CalCOFI Rep.*, VIII: 83-93.