

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA AVIFAUNA DEL ESTERO MAJAHUAS (JALISCO, MÉXICO) ENTRE UN EVENTO EL NIÑO Y UN AÑO NO NIÑO

Salvador Hernández Vázquez¹, Horacio de la Cueva Salcedo²
y Jorge Rojo Vázquez¹

¹ Centro de Ecología Costera, Centro Universitario de la Costa Sur,
Universidad de Guadalajara. Gómez Farías No. 82, San Patricio-Melaque,
Jalisco. CP: 48980. México.

Correo electrónico: sahernan@costera.melaque.udg.mx /
sahernan15@yahoo.com.

² Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada
(CICESE), Km 107 carretera Tijuana-Ensenada, División de Oceanología,
Departamento de Ecología. Ensenada B.C. C.P. 22830. México.

Correo electrónico: cuevas@cicese.mx

Resumen. Se comparó la presencia y número de aves acuáticas asociadas al estero Majahuas, Jalisco, México en un año El Niño (1997-1998) con un año "Normal" (1995-1996). No hubo diferencias significativas en la riqueza de especies entre los dos periodos, pero si en el número de individuos. La abundancia de aves marinas y patos disminuyó considerablemente durante El Niño; de 21.885 a 5.105 y de 8.272 a 803, respectivamente. Las aves marinas constituyeron el grupo más susceptible a cambios en el océano, su disminución numérica durante el niño se puede atribuir a la disminución en la abundancia de peces en los sitios cercanos al estero Majahuas, donde las aves se alimentaron. Entre los patos la disminución en el número de individuos estuvo más en función de la reducción en tamaño y calidad de hábitats para descanso y forrajeo debido a las constantes inundaciones del estero Majahuas durante El Niño. No hubo efectos claros de El Niño sobre aves playeras y garzas y similares. *Recibido:* 20 Julio 2001, *aceptado:* 03 Noviembre 2001.

Palabras clave: Aves acuáticas, El Niño, estero Majahuas, Jalisco, México.

COMPARATIVE ANALYSIS OF BIRD SPECIES IN THE MAJAHUAS ESTUARY BETWEEN THE EL NIÑO YEAR AND A NORMAL YEAR

Abstract. The presence and number of waterbirds associates with the Majahuas estuary, Jalisco, México, between an El Niño year and a normal year, were compared. There were significant differences in the species richness between El Niño year and normal year, but significant differences in their numbers were not noted. The number of sea-birds and ducks decreased considerably during El Niño from 21,885 to 5,105 and from 8,272 to 803 respectively. The seabirds were the species, most susceptible to changes in the ocean. Their decrease during El Niño can be attributed to the decrease in the abundance of fish near Majahuas estuary, where the birds fed. In the duck species, their decrease can be attributed to the reduction of their habitat for resting and feeding. Their decrease in the number must be a result of constant flooding of the Majahuas estuary during El Niño. There were no clear-cut effects of the phenomenon El Niño on shorebirds, herons and egrets. *Received:* 20 July 2001, *accepted:* 03 November 2001.

Key words: Waterbirds, El Niño, Majahuas estuary, Jalisco, Mexico.

INTRODUCCIÓN

Las consecuencias de los eventos El Niño en los ecosistemas marinos sobre plancton y peces son conocidas, pero se sabe poco de las implicaciones de este mismo evento en animales asociados trófica y físicamente con la cadena alimenticia marina, como las aves que dependen de este alimento para su supervivencia.). Los eventos de crecimiento de la termoclina asociados con el evento de El Niño alteran severamente la composición y abundancia de plancton y peces en el océano (Mann y Lazier 1991, Philander 1992), siendo el proceso natural más importante en la variabilidad de los recursos bióticos del océano (Philander 1992). Sin embargo, aún no se aprecian todos los impactos ecológicos de este fenómeno aunque se conocen sus consecuencias biológicas, económicas y sociales (Barber *et al.* 1985).

Las alteraciones en la distribución y abundancia de los organismos marinos durante los eventos El Niño se manifiestan como re-

ducciones de plancton y, consecuentemente, de peces. La ausencia de peces en la superficie del océano repercute considerablemente en las comunidades de aves que se alimentan en esta capa, causando migraciones y reducción en el éxito y expectativas reproductivas (Mann y Lazier 1991). Las aves marinas son un grupo afectado directa y rápidamente por las condiciones oceánicas (Barber y Chávez 1983, Schreiber y Schreiber 1984). Durante los eventos El Niño, el alimento escasea, obligando a los adultos de las aves a buscar otras áreas de alimentación y como consecuencia mueren de hambre millones de pollos abandonados en sus nidos, además de las altas mortalidades de los adultos (Barber y Chávez 1983). Aquí utilizamos un estudio comparativo de presencia y abundancia de aves asociadas al estero Majahuas, Jalisco, México entre el efecto del evento El Niño 1997-1998 y un año considerado Normal, 1995-1996 para contrastar usos del área por diferentes grupos de aves bajo condiciones climáticas anuales diferentes.

ÁREA DE ESTUDIO

Majahuas es un estero de 72,39 ha ubicado en los 19°49'48'' y 19°52'34'' N y 105°21'17'' y 105°23'43'' O, en Jalisco, México. Este sitio forma parte de la Zona de Reserva y Sitio de Refugio para Tortugas Marinas "Playón de Mismaloya", decretado en el Diario Oficial de la Federación el 29 de Octubre de 1986. Hacia los lados del estero y paralelo a la costa se extienden canales largos separados del mar por una barrera natural arenosa de aproximadamente 80 m de ancho en su parte cercana a la boca y de 2,5 m de altura sobre el nivel medio del mar. El aporte de agua dulce proviene principalmente del río Tomatlán y durante la mayor parte del año el estero se encuentra en contacto con el mar.

En Majahuas domina el Mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), en los canales del sureste del estuario predomina la Majahua (*Hibiscus pernambucensis*), acompañada de vegetación secundaria característica de los ambientes acuáticos con salinidades bajas como lirio acuático (*Eichhornia crassipes*), flor de reina (*Crinum erube-*

cens), carrizo (*Phragmites australis*), además de cultivos de palma cocotera (*Cocos nucifera*). En los canales del noroeste del estuario predomina *L. racemosa* con manchones de *H. pernambucensis*, mientras que en las dunas predomina *Ipomoea pes-caprea* (Hernández Vázquez y Mellink 2001).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizaron censos durante dos periodos: de Noviembre de 1995 a Mayo de 1996, durante un periodo que aquí llamamos "Normal" (año sin evento El Niño o La Niña, condición en la cual el agua superficial presenta temperaturas por debajo de la media) y de Noviembre de 1997 a Mayo de 1998, durante el evento El Niño. Se realizaron recorridos cada mes a lo largo del estero identificando y contando a las aves y registrando su comportamiento, alimentación o descanso. Los conteos se realizaron por tres horas durante las mañanas (entre las 0700 y 1000 h) de mareas bajas. Los canales se revisaron con una lancha de motor fuera de borda mientras que los recorridos en playa fueron hechos en una cuatrimoto Honda 250 a una velocidad de 3 km/h y lo más pegado a las área de vegetación, esto con la finalidad de causar el menor impacto posible y no alterar la actividad que las aves realizaban.

Las aves se clasificaron en cuatro grupos con base a la forma de obtener su alimento: aves marinas (Gaviidae, Sulidae, Pelecanidae, Phalacrocoracidae, Fregatidae y Laridae), patos y similares (Podicipedidae, Procellariidae, Anatidae y Rallidae), playeras (Charadriidae, Haematopodidae, Recurvirostridae y Scolopacidae) y garzas y similares (Ardeidae, Threskiornithidae y Ciconnidae). Hubo otro grupo (Anhingidae, Jacanidae y Alcedinidae) que no fue incluido en el análisis por su baja abundancia. La identificación de las aves se determinó con las guías de Peterson y Chalif (1989), National Geographic Society (1987) y Howell y Webb (1995). La designación de los nombres científicos se realizó con base a la American Ornithologist's Union (1998). Se buscaron diferencias en el número de individuos y especies por grupo entre los dos periodos por análisis de contingencia de χ^2 a un nivel $\alpha = 0,05$ (Zar 1974).

RESULTADOS

Durante el periodo Normal (1995-1996) se contaron 33.213 aves de 62 especies; de estas, las aves marinas y los patos y similares fueron los grupos más abundantes (21.885; 66% y 8.272; 25%, respectivamente). Durante el evento El Niño se contaron 10.012 aves de 61 especies. En este periodo, las aves marinas y playeras fueron los grupos más abundantes (5.105; 51% y 2.914; 29%, respectivamente) (Tabla 1).

AVES MARINAS

El número de especies de este grupo no fue diferente entre los dos periodos ($\chi^2 = 4,77$; grados de libertad, $gl = 6$, $P > 0,05$) (Tabla 1). La mayor riqueza específica observada se manifestó a finales de cada uno de los periodos de muestreo. El número de individuos fue muy diferente entre el periodo Normal y El Niño ($\chi^2 = 3955,91$; $gl = 6$, $P < 0,05$). Durante ambos periodos el mayor número de individuos se observó de Marzo a Abril (Fig. 1).

TABLA 1. Número de especies e individuos observados durante el periodo Normal, noviembre 1995-mayo 1996, y el periodo El Niño, noviembre 1997- mayo 1998, en el estero Majahuas, Jalisco, México.

	Periodo Normal			El Niño		
	No. spp.	No. aves	%	No. spp.	No. aves	%
Marinas	15	21885	66	16	5105	51
Patos y similares	12	8272	25	12	803	8
Playeras	19	1930	6	18	2914	29
Garzas y similares	14	1090	3	11	1109	11
Otros	5	36	0,1	5	81	0,8
Total	62	33213	100	61	10012	100

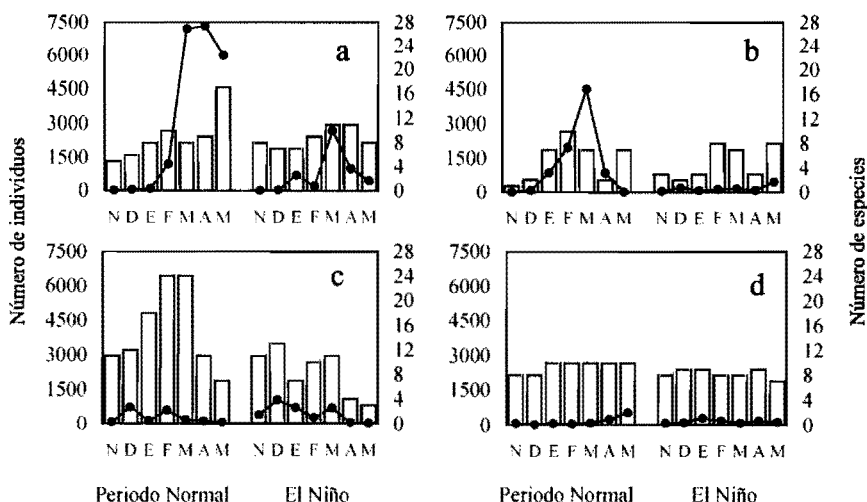


FIGURA 1. Número de especies e individuos de cada grupo observados durante el periodo Normal y el evento El Niño. a) Aves marinas; b) Patos y similares; c) Aves playeras d) Garzas y similares. Las líneas continuas representan el número de individuos y las columnas el número de especies.

Las especies marinas más abundantes fueron *Sterna hirundo* (Normal 10.900; El Niño 1.202), *Phalacrocorax brasilianus* (4.200; 2.994), *Larus atricilla* (2.600; 355), *Larus pipixcan* (2.472; 2). Hubo otras especies cuyas abundancias fueron bajas: *Chlidonias niger*, *Fregata magnificens*, *Pelecanus occidentalis*, *Rynchops niger*, *Sula leucogaster*, *Sterna antillarum*, *S. caspia*, *S. elegans*, *S. forsteri* y *S. maxima*. *Pelecanus erythrorhynchos* se observó solamente durante el periodo Normal; *Gavia immer* y *Phalacrocorax auritus* se observaron solamente durante El Niño (Tabla 2). Durante el periodo Normal, las aves marinas usaron principalmente las planicies arenosas como sitio de descanso y el mar como área de alimentación, mientras que durante El Niño usaron las planicies arenosas como sitio de descanso y el espejo de agua del estero como el sitio de alimentación principal (Fig. 2).

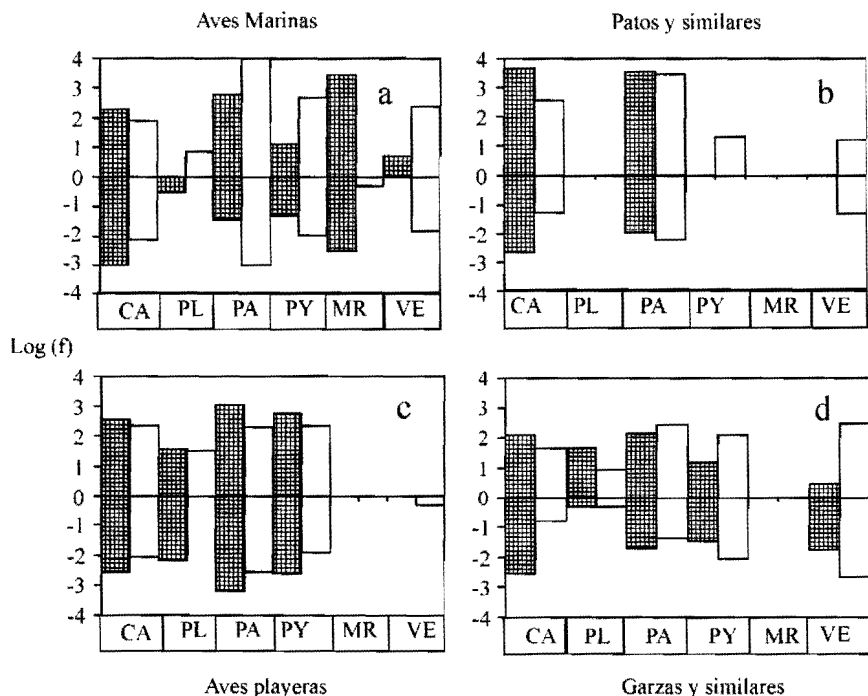


FIGURA 2. Uso de hábitat por los diferentes grupos de aves. a) Aves marinas; b) Patos y similares; c) Aves playeras; d) Garzas y similares. CA, cuerpo de agua; PL, planicie lodosa; PA, planicie arenosa de grano grueso; PY, playa de grano fino; MR, mar; VE: vegetación riparia. Frecuencias arriba del cero presentan la abundancia durante el periodo Normal (1995-1996) y debajo del cero durante el evento El Niño (1997-1998). Las columnas en cuadros representan número de aves observadas alimentándose y las blancas aves descansando. La escala del eje Y es logarítmica de base 10.

PATOS Y SIMILARES

El número de especies de este grupo no fue diferente entre los dos periodos ($\chi^2 = 3,03$; $gl = 6$, $P > 0,05$) (Tabla 1), observándose el mayor número de especies en Febrero. El número de individuos presentó diferencias significativas entre ambos periodos ($\chi^2 = 4,905,37$; $gl = 6$, $P < 0,05$). En el periodo Normal la mayor abundancia se manifestó en marzo, mientras que durante El Niño el número de indivi-

duos fue mucho menor y se mantuvo constante durante todo el periodo de estudio (Fig. 1).

Las especies de patos y similares más abundantes durante ambos periodos fueron *Anas americana* (Normal 2.896; El Niño 9), *A. discors* (1.400; 23), *Fulica americana* (2.485; 324) y *Dendrocygna autumnalis* (600; 369). Las demás especies como *Podilymbus podiceps*, *Anas clypeata*, *Aythya affinis*, *Gallinula chloropus* y *Porphyryla martinica* tuvieron abundancia bajas. *Puffinus griseus*, *Aix sponsa* y *Anas acuta* sólo fueron observadas durante el periodo Normal y *Tachybaptus dominicus*, *Podiceps auritus* y *Anas strepera* sólo fueron observadas durante El Niño (Tabla 2). Este grupo de aves usó los hábitats de forma similar en los dos periodos de estudio; el espejo de agua y las planicies arenosas como sitio de alimentación y este último también para descanso (Fig. 2).

AVES PLAYERAS

El número de especies de este grupo no fue diferente entre los dos periodos ($\chi^2 = 7,04$; gl = 6, $P > 0,05$) (Tabla 1). En el periodo Normal el número más grande de especies se observó de febrero a marzo, mientras que durante El Niño no hubo un patrón definido, presentando fluctuaciones en diciembre y marzo. El número de individuos si presentó diferencias significativas entre el periodo Normal y El Niño ($\chi^2 = 518,24$; gl = 6, $P < 0,05$). En el periodo Normal hubo dos incrementos en abundancia, uno en diciembre y otro en febrero. Durante El Niño hubo un mayor número de individuos presentando también dos incrementos; el primero en diciembre y el segundo en marzo (Fig. 1).

Las especies de aves playeras más abundantes en ambos periodos fueron *Calidris alba* (Normal 676; El Niño 1,097), *Himantopus mexicanus* (762; 536) y *Catoptrophorus semipalmatus* (196; 387). Hubo otras especies cuyas abundancias fueron bajas: *Actitis macularia*, *Arenaria interpres*, *Calidris mauri*, *Charadrius semipalmatus*, *C. alexandrinus*, *C. wilsonia*, *Numenius americanus*, *N. phaeopus*, *Pluvialis squatarola*, *Recurvirostra americana*, *Tringa flavipes*, *T.*

melanoleuca y *Haematopus palliatus*. Otras especies como *Calidris pusilla*, *C. minutilla* y *Charadrius melodus* se observaron solamente durante el periodo Normal. *Limnodromus scolopaceus* y *Phalaropus lobatus* fueron observadas solamente durante el evento El Niño (Tabla 2). Durante los dos periodos de observación las aves playeras utilizaron de forma similar los hábitats que conforman el estero, siendo las orillas del espejo de agua, las planicies arenosas y la playa los sitios más usados para alimentarse y en menor proporción para descansar (Fig. 2).

GARZAS Y SIMILARES

La riqueza específica de este grupo de aves no fue diferente entre los dos periodos ($\chi^2 = 0,65$; gl = 6, $P > 0,05$) (Tabla 1). En los dos periodos de muestreo la riqueza específica se mantuvo constante. En contraste, el número de individuos varió significativamente entre ambos periodos ($\chi^2 = 460,51$, gl = 6, $P < 0,05$) (Tabla 1). Durante el periodo Normal el mayor número de individuos se observó en mayo, mientras que durante El Niño hubo fluctuaciones pequeñas a lo largo del estudio, observándose el número más grande de individuos en enero (Fig. 1).

La especie más abundante fue *Egretta thula* (Normal 850; El Niño 623). Las otras especies: *Ajaia ajaja*, *Ardea herodias*, *Butorides virescens*, *Ardea alba*, *Egretta caerulea*, *E. tricolor*, *Eudocimus albus*, *Nycticorax nycticorax*, *Nyctanassa violacea*, *Egretta rufescens*, *Tigrisoma mexicanum* y *Plegadis chihi* tuvieron valores de abundancia bajos. Las últimas tres especies solamente fueron observadas durante el periodo Normal (Tabla 2). En ambos periodos las garzas y similares, principalmente *E. Thula* utilizaron las orillas del espejo de agua como sitio de alimentación, mientras que la vegetación (principalmente manglares), las planicies arenosas y la playa fueron utilizadas como áreas de descanso (Fig. 2).

OTRAS

Este grupo de aves tuvo el menor número de especies e individuos y se compone de *Anhinga anhinga*, *Jacana spinosa*, *Ceryle tor-*

quata, *C. alcyon* y *Chloroceryle americana*. Su abundancia total es 36 para el periodo Normal y 81 para El Niño (Tabla 2).

DISCUSIÓN

AVES MARINAS

Los incrementos mayores en la abundancia de aves marinas observados durante ambos periodos fueron determinados por la llegada de *S. hirundo* y, en menor cantidad, *P. brasilianus* y *L. pipixcan*. Con base en las mayores abundancias observadas en Marzo y Abril, estas aves marinas, a excepción de *P. brasilianus*, se comportaron como aves migratorias transitorias o de paso.

En el mar cercano al estero Majahuas, donde las aves marinas estudiadas se alimentaron, la biomasa de zooplankton y larvas de peces fue mucho menor durante el periodo El Niño que durante el periodo Normal (Franco Gordo, comunicación personal), al igual que los peces adultos (Rojo Vázquez, comunicación personal). Es probable que con esta disminución de la abundancia de peces las aves no tuvieron suficiente alimento para sobrevivir el periodo, lo que puede explicar la reducción en el número de aves en estas áreas afectadas por el evento El Niño. La disminución de las aves marinas durante El Niño también ha sido observada en el Pacífico Central (Schreiber y Schreiber 1984), el Caribe, las Islas Galápagos y la costa de Argentina y Perú (Arntz y Fahrbach 1996) durante el evento El Niño de 1982-1983.

PATOS Y SIMILARES

La mayor abundancia de aves de este grupo observada durante el periodo Normal fue determinada por la llegada de *A. americana* y *A. discors* en su movimiento migratorios hacia las zonas de reproducción, localizadas al norte del continente. Otras especies que influyeron en la abundancia fueron *D. autumnalis* y *F. americana*. Estas últimas también influyeron en el número de individuos durante El Niño.

La abundancia de patos y similares está determinada por factores ambientales como las condiciones de los hábitats, los que a su vez influyen en la abundancia y disponibilidad de alimento (Ratti *et al.* 1982). Los hábitats de alimentación preferidos por este grupo se caracterizan por ser mesohalinos (Ysebaert 2000, Hernández Vázquez y Mellink 2001), y por tener aguas poco profundas y velocidad de corriente baja, maximizando así la alimentación y minimizando el gasto energético (Collier y Wakelin 1996, Hernández Vázquez y Mellink 2001). En Majahuas, durante un periodo Normal las condiciones más favorables se hallan en la parte noreste del estero, donde se comunica con el río Tomatlán. Sin embargo, las lluvias abundantes del periodo El Niño ocasionaron un aumento en la velocidad de corriente y la inundación de las áreas utilizadas comúnmente para descanso. Es muy posible que los cambios encontrados durante El Niño en calidad y tamaño de los hábitats usados por este grupo hayan obligado a las aves a desplazarse a otros sitios donde la disponibilidad del alimento era mejor, como pudieran ser lugares cercanos como el estero El Ermitaño (a 18 km), las lagunas Agua Dulce (a 25 km) y Xola-Paramán (a 15 km). En visitas realizadas a estos humedales durante la época migratoria del evento El Niño se contaron más de 70.000 individuos de este grupo.

AVES PLAYERAS

El número de especies de este grupo fue igual en los dos periodos del estudio, no así en el número de individuos, el cual fue mayor en el periodo El Niño. Durante el incremento de diciembre la abundancia coincidió con la migración de invierno, mientras que el de marzo coincidió con la migración de primavera.

Las aves playeras son un grupo correlacionado positivamente con la abundancia y variedad de invertebrados como anfípodos, isópodos, poliquetos y bivalvos (Colwell y Landrum 1993, Colwell 1993) quienes forman parte importante de su dieta (Hayes y Fox 1991, Colwell y Landrum 1993, Colwell 1993). Estos invertebrados se caracterizan por vivir principalmente en zonas intermareales y en fondos con sedimentos blandos (arcillosos) y presentar un alto grado

de tolerancia a cambios climáticos (Lewis 1964). Los cambios asociados con El Niño no afectaron considerablemente la distribución y abundancia de estos invertebrados y por ende de las aves playeras. Al respecto Tarazona *et al.* (1986) observaron en aguas someras de la Bahía de Ancón, Perú un aumento en la biomasa de invertebrados durante El Niño de 1982 y 1983, que atribuyeron a condiciones favorables de oxígeno.

En Majahuas la presencia de aves playeras estuvo relacionada con la disponibilidad de hábitats, en ambos periodos. Lo que concuerda con lo observado por algunos autores en otros sitios (Hayes y Fox 1991, Colwell y Landrum 1993, Colwell 1993).

Durante el periodo El Niño fue más frecuente que la boca-barra permaneciera abierta debido al gran aporte de agua del río Tomatlán y, consecuentemente, hubo una mayor disponibilidad de hábitats de forrajeo como las planicies lodosas y arenosas, causado principalmente por la variación de las mareas, siendo esto un atractivo para un número más grande de individuos, pero no así para el número de especies, ya que sus abundancias fueron similares en los dos periodos. Sin embargo, durante el periodo Normal la boca-barra permaneció frecuentemente cerrada, causando que el nivel del agua permaneciera más constante, lo que se reflejó en una disminución en la disponibilidad de hábitats de forrajeo para aves de pico pequeño y de descanso para todos los miembros de este grupo.

El uso de los playeros de las áreas arenosas cercanas a la boca-barra se debe a que la extensión de los manglares que rodean al estero limitan a estas áreas de alimentación, obligándolas a desplazarse principalmente a la playa y áreas arenosas localizadas alrededor de la boca-barra (Hernández. Vázquez y Mellink 2001).

GARZAS Y SIMILARES

Este grupo de aves no presentó variación en cuanto al número de especies e individuos observados durante los dos periodos, ya que los números totales en ambos fueron similares. En el periodo Normal la boca-barra permaneció cerrada con más frecuencia; bajo esta con-

dición la circulación de agua es alterada y se producen cambios en el seguimiento de marea en el estero, que afectan inmediatamente el desempeño de las aves que se alimentan durante la marea baja (Hernández Vázquez y Mellink 2001).

La disponibilidad de alimento en ambientes acuáticos, como es el caso del estero Majahuas, es influenciada por los cambios en el nivel de agua; la densidad de peces se reduce cuando los niveles de agua son elevados. Además de que con niveles de agua altos se restringen los hábitats de forrajeo (Custer *et al.* 1996), afectando la tasa de alimentación de las garzas (David 1994). Esta situación fue superada por este grupo de aves dada la variedad de organismos que forman parte de su dieta, además de que un mayor número de individuos se desplazaron a áreas donde el alimento de origen marino es más accesible y en donde la riqueza, biomasa y abundancia de peces era más abundante, como es el caso de la boca-barra del estero Majahuas, donde las características físicas y biológicas que prevalecen por su cercanía con el mar, y cuyos procesos hidrográficos permiten que peces marinos juveniles penetren al sistema.

Los efectos globales, regionales y locales de los eventos El Niño son bien conocidos y han sido ampliamente documentados (p. ej. Barber y Chávez 1983, Cane 1983, Schreiber y Schreiber 1984, Barber *et al.* 1985, Martínez Morales 1995, Philander 1992, Arntz y Fahrbach 1996).

La severidad de los eventos El Niño sobre el estero Majahuas, al igual que cualquier otra zona de la costa del Pacífico, dependerá de la intensidad del evento de ese año, indicada por el aumento en la temperatura superficial oceánica en aguas subtropicales y templadas de la costa del Pacífico del continente americano.

Aunque en este estudio de aves del estero Majahuas no tenemos medidas de los cambios de temperatura superficial, nivel del mar o de precipitación en la cuenca del estero asociados con El Niño, la suposición más parsimónica para los cambios en nivel del espejo de agua, temporalidad y extensión de la barra y ausencia de alimento para aves marinas en el océano cercano al estero es el efecto regional

del evento El Niño. Este cambio en las variables físicas del estero y océano adyacentes son una buena razón causal en los cambios en la abundancia de la avifauna del estero Majahuas.

El contraste con los censos de aves y utilización de hábitat del año anterior (1995-1996) confirman que los efectos de El Niño sobre la avifauna del estero Majahuas se reflejan en cambios en el número de aves (principalmente aves marinas y patos).

Estudios de contraste, como el presente, nos ayudan a comprender los efectos a corto plazo de los eventos como El Niño o La Niña comparados con años sin estos eventos. El entendimiento de las consecuencias a largo plazo de estos y otros eventos globales sólo se puede alcanzar con la construcción de series de tiempo largas que reflejen cambios reales a largo plazo en el número y composición de especies.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue parcialmente financiado por la CONABIO (Convenio Núm. FB425/L292/97), El Canadian Wildlife Service/Latin American Program, y el Centro Universitario de la Costa Sur, de la Universidad de Guadalajara. Se agradece a la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Roca Negra". C. Valadez González, B. C. Durand Martínez, F. Alvarado Ramos y R. Esparza Salas, por su apoyo proporcionado en el trabajo de campo.

LITERATURA CITADA

- AMERICAN ORNITHOLOGISTS' UNION (A.O.U.) 1998. Check-list of North American Birds. 7ª ed. The American Ornithologists' Union. Washington, D.C. 829 pp.
- ARNTZ, W.E. y E. FAHRBACH. 1996. El Niño: Experimento climático de la Naturaleza. Fondo de Cultura Económica, México. 312 pp.
- BARBER, R.T. y F.P. CHÁVEZ. 1983. Biological consequences of El Niño. *Science* 222:1203-1210.

- BARBER, R.T., F.P. CHÁVEZ y J.E. KOGELSCHATZ. 1985. Biological consequences of El Niño. *Boletín ERFEN* 14:3-29.
- CANE, M.A. 1983. Oceanographic events during El Niño. *Science* 222:1189-1194.
- COLLIER, K.J. y M.D. WAKELING. 1996. Instream habitat use by blue duck (*Hymenolaimus malacorhynchos*) in a New Zealand river. *Freshwater Biology* 35:277-287.
- COLWELL, M.A. 1993. Shorebird community patterns in a seasonally dynamic estuary. *Condor* 95:104-114.
- COLWELL, M.A. y S.L. LANDRUM. 1993. Nonrandom shorebird distribution and fine-size variation in prey abundance. *Condor* 95:94-103.
- CUSTER, T.W., R.K. HINES y C.M. CUSTER. 1996. Nest initiation and clutch size of Great Blue Herons on the Mississippi River in relation to the 1993 flood. *Condor* 98:181-188.
- DAVID, P.G. 1994. Wading bird use of lake Okeechobee relative to fluctuating water levels. *Wilson Bulletin* 106:719-732.
- HAYES, F.E. y J.A. FOX. 1991. Seasonality, habitat use, and flock sizes of shorebirds at the Bahía de Asunción, Paraguay. *Wilson Bulletin* 103:637-649.
- HERNÁNDEZ VÁZQUEZ, S. y E. MELLINK. 2001. Coastal waterbirds of El Chorro and Majahuas, Jalisco, México, during the non-breeding season, 1995-1996. *Revista de Biología Tropical* 49:357-365.
- HOWELL, S.N.G., y S. WEBB. 1995. A guide to the birds of México and Northern Central America. Oxford. New York. 851 pp.
- LEWIS, J.R. 1964. The ecology of the rocky shores. English University Press. Londres. 323 pp.
- MANN, K.H. y J.R.N. LAZIER. 1991. Dynamics of Marine Ecosystems. Biological-Physical Interactions in the Oceans. Blackwell Scientific Publications, Boston. 466 pp.
- MARTÍNEZ MORALES, M.A. 1995. La sobrevivencia del pato golondrino y la corriente de "El Niño", en la costa de Sinaloa. *Boletín Cuauhtli* 1:7-9.
- NATIONAL GEOGRAPHIC SOCIETY. 1987. Field Guide to the Birds of North America. 2a. ed. Washington D.C. 464 pp.

- PETERSON, R. T. y E. L. CHALIF. 1989. Aves de México; Guía de Campo. Editorial Diana. México, D.F. 473 pp.
- PHILANDER, S.G. 1992. "El Niño". *Oceanus* 35:56-61.
- RATTI, J.T., L.D. FLAKE y W.A. WENTZ. 1982. Waterfowl ecology and management: selected readings. Wildlife Society., Maryland. 132 pp.
- SCHREIBER, R.W. y E.A. SCHREIBER. 1984. Central pacific seabirds and the El Niño Southern Oscillation: 1982 to 1983 perspectives. *Science* 225: 713-716.
- TARAZONA, J., C. PAREDES y M. IGREDA. 1986. Estructura del macrobentos en las playas arenosas de la zona de Lima, Perú. *Revista Ciencias UNMSM* 74:103-116.
- YSEBAERT, T., P.L. MEININGER., P. MEIRE., K. DEVOS., C.M. BERREVOETS., R.C.W. STRUCKER y E. KUIJKEN. 2000. Waterbird communities along the estuarine salinity gradient of the Schelde estuary, NW-Europe. *Biodiversity and Conservation* 9:1275-1296.
- ZAR, J.H. 1974. *Biostatistical Analysis*, 2a edición. Prentice Hall, New York, 620 pp.

APÉNDICE

Listado de especies de cada grupo de aves observadas durante el año Normal (1995-1996) y el evento El Niño (1997-1998). MA, aves marinas; PS, patos y similares; GS, garzas y similares; PL, aves playeras; OT, otras aves

FAMILIA		Número de aves		FAMILIA		Número de aves	
		Normal	El Niño			Normal	El Niño
GAVIIDAE		Periodo		Genero y especie		Periodo	
		Normal	El Niño	Grupo		Normal	El Niño
<i>Gavia immer</i>		0	1	MA	RALLIDAE	2	3
PODICIPEDIDAE					<i>Porphyra martinica</i>		PS
<i>Tachybaptus dominicus</i>		0	3	PS	<i>Gallinula chloropus</i>	3	4
<i>Podilymbus podiceps</i>		1	1	PS	<i>Fulica americana</i>	2485	324
<i>Podiceps auritus</i>		0	1	PS	CHARADRIIDAE		PS
PROCELLARIIDAE					<i>Pluvialis squatarola</i>	3	2
<i>Puffinus griseus</i>		3	0	PS	<i>Charadrius alexandrinus</i>	9	39
SULIDAE					<i>Charadrius wilsonia</i>	27	19
<i>Sula leucogaster</i>		1	1	MA	<i>Charadrius semipalmatus</i>	29	10
PELECANIDAE					<i>Charadrius melodus</i>	4	0
<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>		4	0	MA	HAEMATOPODIDAE		PL
<i>Pelecanus occidentalis</i>		392	131	MA	<i>Haematopus palliatus</i>	4	2
					RECURVISTRIDAE		

FAMILIA		Número de aves			Número de aves		
		Periodo		Grupo	Periodo		Grupo
Genero y especie		Normal	El Niño		Normal	El Niño	
PHALACROCORACIDAE							
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>		4200	2994	MA	762	536	PL
<i>Phalacrocorax auritus</i>		0	4	MA	38	272	PL
ANHINGIDAE							
<i>Anhinga anhinga</i>		1	7	OT	8	21	OT
FREGATIDAE							
<i>Fregata magnificens</i>		22	8	MA	56	119	PL
ARDEIDAE							
<i>Tigrisoma mexicanum</i>		1	0	GS	14	21	PL
<i>Ardea herodias</i>		25	44	GS	1	19	PL
<i>Ardea alba</i>		18	95	GS	9	18	PL
<i>Egretta thula</i>		850	623	GS	2	6	PL
<i>Egretta caerulea</i>		22	60	GS	676	1097	PL
<i>Egretta tricolor</i>		31	41	GS	21	0	PL
<i>Egretta rufescens</i>		4	0	GS	70	345	PL
<i>Butorides virescens</i>		24	95	GS	5	0	PL
JACANIDAE							
<i>Jacana spinosa</i>							
SCOLOPACIDAE							
<i>Tringa melanoleuca</i>							
<i>Tringa flavipes</i>							
<i>Catoptrophorus semipalmatus</i>							
<i>Actitis macularia</i>							
<i>Numenius phaeopus</i>							
<i>Numenius americanus</i>							
<i>Arenaria interpres</i>							
<i>Calidris alba</i>							
<i>Calidris pusilla</i>							
<i>Calidris mauri</i>							
<i>Calidris minutilla</i>							

FAMILIA		Número de aves		FAMILIA		Número de aves	
		Normal	El Niño			Normal	El Niño
Genero y especie		Periodo		Genero y especie		Periodo	
			Grupo				Grupo
<i>Nycticorax nycticorax</i>		2	4	GS	<i>Limnodromus scolopaceus</i>	0	5
<i>Nyctanassa violacea</i>		42	91	GS	<i>Phalaropus lobatus</i>	0	7
THRESKIORNITHIDAE							
<i>Eudocimus albus</i>		52	36	GS	<i>Larus atricilla</i>	2600	355
<i>Plegadis chihi</i>		1	0	GS	<i>Larus pipixcan</i>	2472	2
<i>Ajaia ajaja</i>		14	15	GS	<i>Sterna caspia</i>	249	15
CICONNIDAE					<i>Sterna maxima</i>	3	1
<i>Mycteria americana</i>		4	5	GS	<i>Sterna elegans</i>	178	32
ANATIDAE					<i>Sterna hirundo</i>	10900	1202
<i>Dendrocygna autumnalis</i>		600	369	PS	<i>Sterna forsteri</i>	14	14
<i>Aix sponsa</i>		4	0	PS	<i>Sterna antillarum</i>	200	41
<i>Anas strepera</i>		0	9	PS	<i>Chlidonias niger</i>	170	136
<i>Anas americana</i>		2896	9	PS	<i>Rynchops niger</i>	480	168
<i>Anas discors</i>		1400	23	PS	ALCEDINIDAE		
<i>Anas clypeata</i>		799	10	PS	<i>Ceryle torquata</i>	1	8
<i>Anas acuta</i>		34	0	PS	<i>Ceryle alcyon</i>	25	29
<i>Aythya affinis</i>		45	47	PS	<i>Chloroceryle americana</i>	1	16