

N=157
2EJ

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE
MEXICO**

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

**TRABAJO FINAL ESCRITO DEL III SEMINARIO DE
TITULACION EN EL AREA DE ANIMALES DE ZOOLOGICO**

**TITULO: Bobo de patas azules (*Sula nebouxi*): aspectos generales de
biología y conservación**

**Presentado ante la División de Estudios Profesionales de la Facultad de
Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM,
para la obtención del título de Médica Veterinaria Zootecnista
por**

HILDA MARTINEZ CORIA

Asesor Interno: M.V.Z. Dulce Ma. Brousset

Asesores Externos: Biól. Marcela Osorio

Biól. Roxana Torres

M. en C. Carlos Calderón

México, D.F., a 10 de abril de 1992

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CONTENIDO

| | |
|--|----|
| INTRODUCCION | 1 |
| BIOLOGIA DEL BOBO DE PATAS AZULES | |
| Clasificación taxonómica | 4 |
| Especies de la familia | 4 |
| Descripción morfológica | 5 |
| Externa | 5 |
| Interna | 6 |
| Alteraciones físicas | 8 |
| Parásitos de la especie | 9 |
| Distribución geográfica | 9 |
| Hábitos reproductivos | 10 |
| Cortejo y cópula | 11 |
| Puesta de huevos | 13 |
| Crías | 14 |
| Reducción de la nidada | 16 |
| Arraigo al sitio de nacimiento y fidelidad a la pareja | 17 |
| Hábitos alimenticios | 18 |
| Cleptoparasitismo | 19 |
| Mapas e ilustraciones | 20 |
| CONSERVACION DE LA ESPECIE | 26 |
| DISCUSION | 32 |
| LITERATURA CITADA | 33 |

RESUMEN

Martínez Coria Hilda. Bobo de patas azules (*Sula nebouxi*), aspectos generales de biología y conservación. III Seminario de Titulación en el área de animales de zoológico (Bajo la supervisión de la M.V.Z. Dulce María Brousset, la Biól. Marcela Osorio, la Biól. Roxana Torres y el M. en C. Carlos Calderón).

El bobo de patas azules es un ave marina que habita en las costas e islas del Pacífico americano. Su reproducción la lleva a cabo en colonias, formando parejas para la incubación y crianza. Las crías son nidícolas y reciben alimento de los padres hasta que son capaces de volar y conseguir su propio alimento. Es un ave piscívora que captura sus presas buceando. Actualmente en México es considerada amenazada de extinción. Las principales causas de la disminución de las poblaciones de éstas y muchas otras aves marinas se debe a la fauna introducida y a la destrucción del hábitat de anidación.

INTRODUCCION

Las aves son uno de los grupos de animales que presentan mayor número de características morfofisiológicas afines, sin embargo tienen gran diversidad en sus hábitos. Un ejemplo de ello es el instinto gregario que presenta amplias diferencias. Es poco manifiesto en el caso de diversas aves de presa que son consideradas solitarias, pero altamente desarrollado en el caso de distintas aves marinas, como el cormorant, que en las costas de Perú anida en enormes colonias de cientos de miles de individuos y se alimenta en grandes parvadas junto con pelícanos y bobos; en estos últimos el instinto gregario también está marcadamente desarrollado.

Otra diferencia se puede encontrar en los nidos que las aves construyen para poner sus huevos. Las características de los nidos varían ampliamente entre las especies; en un extremo se encuentran complejas estructuras entretejidas que cuelgan de las ramas, como el nido de la péndola pinta (*Remiz pendulinus*) y, en el otro, simples depresiones en la arena, como el nido del bobo; o bien, algunas especies no construyen nido: en el caso del pingüino rey el huevo se incuba reposando sobre las patas del ave, cubierto por un pliegue cutáneo que a ésta se le forma temporalmente en el vientre. Pocas especies, el bobo entre ellas, incuban los huevos colocando sus patas sobre ellos.

Entre las aves piscívoras se presentan también diferencias importantes en la manera de capturar la presa. La garza y especies afines poseen picos afilados y cuentan con mecanismos neuromusculares de disparo que controlan el cuello

para atrapar a los peces mientras que los bobos, entre otros, se zambullen desde lo alto a modo de atrapar presas similares.

Estas diferencias son producto de una respuesta adaptativa, a la colonización de gran diversidad de ambientes. Sin embargo el hombre ha ido modificando seriamente muchos de estos medios, que representan el habitat idóneo de muchas especies.

El impacto que el ser humano ejerce sobre las poblaciones aviares es cada vez mayor. Desde 1680 a la actualidad, aproximadamente 80 especies de aves se han extinguido y un número aún mayor se encuentra en serio peligro de extinción. Mientras que la contaminación por desechos tóxicos y el uso indiscriminado de plaguicidas constituyen factores importantes en la declinación de ciertas especies, tales como el halcón peregrino y el pelícano café, entre otras; la destrucción de los entornos naturales y la introducción de animales y enfermedades exóticas probablemente han sido las prácticas más devastadoras, especialmente para las poblaciones aviares de las áreas insulares. Se requieren esfuerzos concertados para asegurar la supervivencia de las especies raras o en vías de extinción y aprender acerca de ellas tanto como sea posible.

El bobo de patas azules también llamado bubia de pies azules y alcatraz, es una especie que representa un sistema de estudio interesante por sus características biológicas. Es un ave marina que anida en colonias, formando parejas y utiliza el suelo para sus propósitos reproductivos, lo que la hace accesible como objeto de estudio, en distintos campos del conocimiento.

La investigación continua sobre diversos aspectos de la biología de esta ave ha tenido la finalidad de contestar algunas preguntas teóricas que atañen a la ecología de la conducta. Sin embargo, el conocimiento biológico de la especie permite hacer de ella un buen modelo experimental -en el que se pueden manipular algunas variables-, para estudios sobre ecología, fisiología, genética y evolución, entre otros.

Así, también, el amplio conocimiento de una especie y sus biorrelaciones, permite identificar los factores ambientales que inciden en su ciclo biológico y la influencia que provocan los cambios en el medio sobre aquella.

El objetivo del presente estudio es revisar aspectos biológicos de este pelicaniforme y analizar, de manera global, el problema de su conservación, intentando definir los distintos niveles en los que la especie está siendo perturbada por el hombre.

BIOLOGIA DEL BOBO DE PATAS AZULES

CLASIFICACION TAXONOMICA

| | |
|-------------|---|
| reino | <i>Animalia</i> |
| filo | <i>Chordata</i> |
| subfilo | <i>Vertebrata</i> |
| clase | <i>Aves</i> |
| orden | <i>Pelicaniforme</i> |
| familia | <i>Sulidae</i> |
| género | <i>Sula</i> |
| especie | <i>Sula neboxii</i> |
| subespecies | <i>Sula neboxii neboxii</i> (Milne-Eduard, 1882) <i>Sula neboxii excisa</i> (Todd, 1938) |

Palmer, en 1983, reportó que la diferencia entre las dos subespecies radica en que el *Sula neboxii neboxii* es de menor tamaño y de coloración más oscura que el *S. neboxii excisa*, el cual es exclusivo de las Galápagos (29).

Especies de la familia

| | |
|-----------------------|----------------------|
| <i>S. neboxii</i> | bobo de patas azules |
| <i>S. leucogaster</i> | bobo café |
| <i>S. dactylatra</i> | bobo enmascarado |
| <i>S. sula</i> | bobo de patas rojas |
| <i>S. bassana</i> | gannet |

| | |
|---------------------|--------------|
| <i>S. abbotti</i> | bobo aboti |
| <i>S. variegata</i> | bobo peruano |
| <i>S. serrator</i> | |
| <i>S. capensis</i> | |

DESCRIPCION MORFOLOGICA

Externa

El bobo de patas azules (BPA) es un ave que presenta plumaje impermeable (19). La cabeza es jaspeada, al igual que la parte dorsal y superior ventral del cuello. El resto del cuerpo presenta un color café canela con motas blancas en el dorso, y blanco en la parte axial del ala, en su aspecto ventral. El pico es alargado y puntiagudo, de color azul grisáceo. El iris es de color amarillo. La cola tiene forma de cuña con las rectrices centrales de color blanco. Las patas son cortas y robustas, con una membrana interdigital que une los cuatro dedos, son de color azul intenso. Las alas son largas y angostas, con una envergadura de 92-106 cm (4,24). Presenta dimorfismo sexual: en promedio, la hembra es 26.7% más pesada que el macho. Se distingue, además, por su pupila aparente que es más grande y de forma estrellada, y por su voz. La hembra tiene voz gruesa mientras que la del macho es un sonido de baja intensidad (24). Las aves inmaduras presentan cabeza, cuello y la superficie dorsal completa de color café uniforme; el pecho, pálido y a veces moteado al igual que el abdomen. Las rectrices enteramente cafés. El iris de color café y las patas azul grisáceo (4).

El adulto presenta alas de planeo, las cuales son largas y estrechas; carecen de ranuras y están adaptadas para un planeo dinámico a altas velocidades,

generador de gran elevación. Tienen la más alta eficiencia aerodinámica de todas las alas, pero son menos maniobrables que las anchas y hendidas de los planeadores terrestres. Los planeadores dinámicos están adaptados para aprovechar los muy regulares vientos marinos utilizando corrientes de aire adyacentes de diferentes velocidades (19).

Interna

Aunque los aspectos de morfología interna del BPA han sido poco estudiados, puede suponerse que no difiere en gran medida del resto de la Clase. Sin embargo, tiene ciertas características que posiblemente sólo comparte con algunas aves ictiófagas, marinas y de desierto.

El aparato digestivo está constituido por un pico alargado, rígido y fuerte; la cavidad oral se continúa con la faringe, que es la unión del tubo digestivo y las vías respiratorias. El esófago es continuo, y es probable que tenga gran capacidad de distensión; en comparación con algunas aves domésticas, éste carece del divertículo esofágico (buche) y el estómago está constituido sólo por la parte glandular, es decir, que carece del compartimento muscular (molleja). En el intestino existe otra diferencia notable: la ausencia de apéndices secales. El tracto digestivo desemboca en una cloaca, al igual que las vías urinarias y reproductivas. Es en esta última estructura que las heces fecales se mezclan con la orina (30). El páncreas es una glándula anficrina; su secreción endocrina está constituida por insulina, glucagón, polipeptido pancreático y somatostatina; la función exocrina consiste en la producción de jugo pancreático. El hígado tiene una función importante en el depósito de

sustancias de reserva, síntesis orgánica, metabolismos particulares (como los de urea, ácido úrico, etc.), así como en procesos de depuración de diversos compuestos tóxicos (1). El hígado es bilobulado, como en muchas otras aves (27). Los órganos excretores bajo el control de los mecanismos homeostáticos son los responsables del mantenimiento del medio interno en el organismo. Uno de estos órganos, presente en todas las aves, es el riñón (31). El BPA tiene un riñón trilobulado (27), el cual es primario en la excreción de nitrógeno y otros electrolitos, la importancia del riñón es secundaria en la excreción de sodio y cloruro en especies que, como ésta, presentan glándulas desalinizadoras funcionales. Adicionalmente, por medio de este órgano se regula la cantidad de agua que se desecha (31). Las glándulas desalinizadoras son muy importantes en la osmorregulación de muchas aves, en especial las marinas y las desérticas (16). Juegan un papel importante en la excreción de cloruro, sodio, potasio y otros iones monovalentes (31). La glándula está regulada por la actividad neuroendocrina, y la formación del líquido de esta glándula no incluye filtración (como ocurre en la formación de orina); consiste en el transporte activo de los electrolitos de la sangre hacia las células de la glándula, la que posteriormente produce una solución hipertónica. Anatómicamente, las glándulas desalinizadoras, ocupan depresiones superficiales del cráneo por encima de las cuencas de los ojos. En las aves, las glándulas desalinizadoras constan de muchos lóbulos, cada uno de los cuales drena por unos conductos secretores ramificados y, por un canal central, a un conducto que a su vez discurre a lo largo del pico y desemboca en las fosas nasales (16).

La reproducción de estas aves es estacional, por lo que la gametogénesis responde a estímulos ambientales que ejercen su influencia en el sistema nervioso central para producir gonadotropinas por parte de la adenohipófisis. La hembra de BPA presenta sólo el ovario izquierdo funcional y el derecho se encuentra como vestigio, al igual que en el resto de las aves adultas (26). Las crías presentan ambas gonadas parcialmente desarrolladas y se atrofia la derecha durante el crecimiento (33). El ovario es estimulado por dos gonadotropinas distintas: la hormona folículoestimulante (FSH), que es la responsable primaria en la regulación de la actividad gametogénica y la hormona luteinizante (LH), que induce la ovulación y la formación del cuerpo lúteo (20). En la unión útero-vaginal la hembra presenta invaginaciones que permiten el almacenamiento de espermatozoides viables (26).

ALTERACIONES FISICAS

Las anomalías de los sólidos han sido estudiadas principalmente en los gannetes del Atlántico (*S. bassana*). Estas incluyen albinismo, deformidad en las mandíbulas (alargamiento hacia arriba o curvadas hacia abajo), pigmentación anormal del iris, lesiones en el pico (24), membranas interdigitales cortas o agrietadas; individuos afónicos y ciegos (34). Otros problemas comunes en el BPA adulto son las fracturas, sobre todo en las alas, lo que generalmente los lleva a la muerte (27).

PARASITOS DE LA ESPECIE

La agregación de nidos promueve una alta densidad de parásitos en las aves. En las colonias de aves marinas que presentan elevadas infestaciones de ectoparásitos se puede producir la muerte de las crías o el abandono del nido por parte de los padres. En el BPA se han reportado dos especies de ácaros como los principales ectoparásitos de la especie en Perú y Galápagos; *Ornithodoros amblyus* y *O. yunkeri* (12). En la isla Isabel, México, se encontró *Argas persicargas* (21).

En cuanto a los endoparásitos se tiene un análisis de un grupo de nematodos encontrados en el intestino de una cría de BPA en la isla Isabel. En este caso se trató de nematodos del género *Contracaecum spp.* (26), que es un parásito común en aves acuáticas, transmitido por los peces y producen desprendimiento de la mucosa (35).

DISTRIBUCION GEOGRAFICA

El BPA se localiza en el océano Pacífico, desde el golfo de California hasta el norte de Perú. Se distribuye en las costas continentales y en la islas (Mapa 1) (24). En México se han observado colonias reproductivas en las islas del golfo de California (isla San Jorge, isla Cholluda, isla San Luis, isla San Pedro Mártir, isla San Pedro Nolasco, isla Tortuga, isla Ildefonso e isla Farallón de San Ignacio). En el océano Pacífico mexicano se tienen registros de colonias de BPA en la isla Isabel, en las islas Marías (isla María Madre, isla María Magdalena, isla María Cleofas e isla Juanito), en las islas Marietas y en las Revillagigedo (isla San Benedicto) (Mapa 2) (6). Rara vez se ha encontrado en la zona que va

de las islas Marietas al golfo de Panamá. En este último se reproduce en el archipiélago de las Perlas, principalmente. Se vuelve a presentar en Ecuador (golfo de Guayaquil e islas Galápagos) y en Perú (islas Lobos de Tierra y Lobos de Afuera (Mapa 1) (24).

No se han registrado migraciones, aunque existen reportes de individuos de esta especie en lugares alejados de las áreas de reproducción (3).

Sula nebouxii nebouxii (Milne-Edwards, 1882) se distribuye desde las costas de México hasta las de Perú, excepto en las islas Galápagos. *Sula nebouxii excisa* (Todd, 1938) se encuentra únicamente en las Galápagos (4).

HABITOS REPRODUCTIVOS

Los BPA se reproducen sólo en las islas, generalmente en colonias de mediana densidad. La incubación y crianza la realizan en parejas. Anidan siempre en el suelo, para lo cual utilizan zonas planas o pendientes moderadas; en ocasiones ocupan áreas cercanas a los acantilados, aunque por lo regular evitan las repisas de estos, usándolas sólo para descansar. Aprovechan varios tipos de sustrato: tierra o arena desnuda, terreno con piedras de tamaño irregular o cubierto con una cantidad variable de árboles, arbustos, pastos o vegetación xerófila. Tienden a escoger el suelo suave aunque se les ha encontrado anidando sobre roca sólida (14).

La época reproductiva de BPA varía de acuerdo con la localización de las colonias respecto del Ecuador. En la isla Isabel, en México, la época reproductiva inicia con el cortejo en diciembre y la puesta de huevos a partir de enero, que ocurre con mayor intensidad en los meses de febrero a mayo (6). En

el archipiélago de Galápagos, el BPA presenta puestas todos los meses del año aunque lo hace principalmente entre octubre y abril (24), de tal forma que en todo su rango de distribución produce huevos en cualquier mes; sin embargo, la puesta más intensa es durante los meses de noviembre a marzo (24).

El ciclo reproductivo toma de 20 a 22 semanas desde la puesta del primer huevo hasta que concluye la crianza. En México, la periodicidad reproductiva de los individuos es posiblemente anual (6). Para la colonia de la isla Isabel se reporta un promedio de 11 meses; en Galápagos y Perú 9 meses (24). La época de cortejo es variable entre los individuos de la colonia. En cuanto a la sincronización de ésta, se puede decir que se establece dentro de pequeños grupos, más que en una forma generalizada en la isla (26).

El tamaño y la densidad de la colonia son variables. La especie en general anida en grupos pequeños y dispersos o inclusive solitarios (24). La colonia de mayor tamaño registrada se localiza en la isla Lobos de Tierra, Perú, con por lo menos 10 000 parejas, y la densidad máxima registrada es del cráter superior de Daphne Mayor, Galápagos, con 0.5 parejas por metro cuadrado (24). La densidad está relacionada con el comportamiento de territorialidad, establecimiento de la pareja y los requerimientos de la crianza, y puede variar de un año a otro según las condiciones ambientales (en especial, con la disponibilidad del alimento).

Cortejo y cópula

Al inicio de la época reproductiva se forman o reúnen las parejas y establecen el territorio de anidación (28), que es defendido por ambos sexos con despliegues

de amenaza, en los cuales las aves erizan las plumas, extienden y baten ambas alas de manera violenta, lanzan el pico hacia el intruso y agitan vigorosamente la cabeza en sentido vertical; rara vez pelean (24).

La dimensión del territorio varía entre 2 metros de diámetro cuando hay huevos y 4 metros cuando las crías se desplazan (28). Algunas parejas establecen y defienden 2 ó 3 territorios y eligen uno cerca de la fecha de puesta. Al comenzar el desplazamiento de las crías, éstas también participan en la defensa territorial (24).

En la isla Isabel el cortejo se mantiene durante toda la temporada reproductiva, aunque declina con el tiempo (26). Durante el cortejo, el macho llama la atención de la hembra: hace el pecho hacia adelante, levanta la cola, arquea la columna, voltea la cabeza hacia arriba, extiende las alas parcialmente y emite un sonido característico, despliegue conductual conocido como "sky-pointing" (Fig. 1). Con frecuencia, la hembra responde de la misma forma con su voz ronca; estos despliegues los repite numerosas veces. Otro despliegue común en ambos sexos durante el cortejo es levantar las patas rítmicamente, meciendo el cuerpo hacia los lados. Esto lo hacen caminando a la vez que dan pequeñas vueltas y se colocan frente a la pareja, o bien, en un mismo sitio ("parading") (Fig. 2); levantan objetos (como ramas, hojas o plumas) con movimientos de cabeza y los vuelven a colocar en el suelo ("showing nest material") (Figs. 3 y 4). La hembra toca el pico del macho ("bill touching") constantemente. Otros despliegues conductuales durante el cortejo son colocar el pico contra el pecho, al caminar o al estar parado ("pelican posture") (Fig.2),

y agitar la cabeza terminando con el pico apuntando hacia arriba (“oblique head shake”) (Fig. 3) (24).

La formación del nido consiste sólo en una depresión en la tierra blanda, en la que pueden quedar ramas o plumas recogidas durante la construcción simbólica del nido (Fig. 4); en el lapso de incubación y crianza se forma un anillo de guano alrededor de éste.

Para la cópula el macho se sube en el dorso de la hembra, quien levanta oblicuamente la cola para facilitar el contacto de cloacas; en seguida, realizan el “sky-pointing” u otros despliegues de cortejo (24). Algunas veces los intentos de cópula no son exitosos debido a que no existe contacto de ambas cloacas; o cuando la hembra se mueve y evita que el macho se suba a su dorso o, simplemente provocando la caída de aquél (26).

Los BPA en apariencia son monógamos; durante el periodo de apareamientos, tanto machos como hembras copulan con su pareja y con individuos diferentes; se han registrado 12.8% de cópulas extrapareja en hembras y 8% en machos. Sin embargo, la incubación y crianza la realizan sólo con su pareja (26).

Puesta de huevos

El BPÁ pone entre 1 y 3 huevos. Nelson reportó una proporción de 12% de nidos con un huevo, 85% con dos huevos y 3% con tres huevos (24). En promedio, el tamaño de la nidada es de 1.8 huevos aproximadamente (6). Los huevos son puestos con un intervalo promedio de 5.1 días. La incubación comienza desde el momento en el que es puesto el primer huevo y tardan

alrededor de 40 días en eclosionar (7). El intervalo de puesta de 5.23 días en promedio, y el inicio de la incubación con la puesta del primer huevo resultan en un intervalo de eclosión de 3.91 días en promedio, por lo que las crías son de diferente tamaño y edad (6, 24).

Los huevos de BPA son de forma casi elíptica, con cascarón azul verdoso pálido cubierto por una capa rugosa y blanquecina que se mancha en el suelo. El promedio de las medidas reportadas es de 61.21 mm de largo y 41.79 mm de ancho (2, 3, 6, 29). El peso promedio es cercano a 65 g en nidadas de 2 huevos, donde el primer huevo pesa 65 g en promedio y 64 g el segundo (24).

Crías

Las crías son nidícolas, nacen casi desnudas y permanecen con los ojos cerrados durante el primer día de vida. En los primeros días adquieren una cubierta de plumón blanquecino y largo que después se engruesa (24). Para la decimotercera semana las crías están casi totalmente libres de plumón y las plumas son de color más oscuro que las de los adultos; el color de las patas es azul grisáceo o azul lila y la voz es ronca, como la de las hembras. La adquisición completa del plumaje juvenil está relacionada con el inicio del vuelo, esto sucede entre la semana 14 y 15 de vida. La variación depende de las condiciones que lo determinan (disponibilidad de alimento, etc.) (24). Para la isla Isabel se reporta como periodo de emplumado y capacidad de vuelo 80 días promedio (6). Sin embargo Drummond reporta 85.8-86.3 días en machos y 89.0-92.20 días en hembras. En cuanto al peso, las crías machos a los 45 días de edad alcanzan de 1.160 a 1.154 kg, y las hembras de 1.451 a 1.322 kg. La edad a

la que alcanzan el peso máximo es a los 63.7 días con un peso de 1.565 a 1.502 kg en machos y a los 67.3 a 71.3 días con un peso de 1.950 a 1.899 kg en hembras (11).

Para la incubación y el cuidado de las crías existe la participación de ambos sexos. Se reporta que antes de la puesta el macho atiende mayor número de veces el nido que la hembra. Durante la incubación el tiempo que pasan en el nido es equivalente para ambos sexos mientras que durante la crianza el macho está presente menos tiempo que la hembra, en las primeras 4 semanas (24). El resto de la crianza se desarrolla en tiempo similar para el macho y la hembra (18). Conforme crecen las crías, la frecuencia de alimentaciones disminuye. Nelson interpreta que en las primeras semanas el macho permanece menos tiempo en el nido y lo ocupa en forrajeo; después, la hembra dedica más tiempo al forrajeo pues es la principal proveedora de alimento cuando las crías son mayores. No obstante, en la isla Isabel, Guerra encontró que las hembras siempre alimentan a las crías con mayor frecuencia, aunque se hace más claro cuando éstas son mayores (18).

El alimento ingerido es a base del regurgitado que la cría toma directamente del pico del adulto (24). Este regurgitado varía su consistencia de acuerdo con el tamaño de la cría. El número promedio de veces al día que la cría es alimentada es de 2.79 (6), y recibe alimento hasta que abandona el nido, es decir, cuando ya es capaz de volar y conseguir su propio alimento (18). De la familia *Sulidae*, sólo el BPA y el bobo peruano logran que más de una cría sobreviva. Otras especies de la familia ponen más de un huevo, pero la sobrevivencia es de sólo uno. Para el éxito reproductivo del *S. nebowii*

intervienen varios factores, tales como el éxito en la eclosión, mismo que está determinado por los huevos que no son fecundados y por la mortalidad de embriones. Otro aspecto lo constituye la pérdida de huevos: rotura o robo por parte de las gaviotas (*Larus hermanni*), rotura del huevo por picotazos del vecino, abandono del nido y posiblemente por la depredación causada por gatos (*Felis catus*) y culebras (*Lampropeltis triangulum*) en la isla Isabel, en la que se reportó que sólo el 25% de los huevos puestos eclosionaron. Se pierde el 60% y el 15% permanece sin eclosionar (6). Otro factor que altera el éxito reproductivo es la sobrevivencia de las crías: entre las posibles causas de muerte están la depredación por culebras, los picotazos de vecinos adultos en las crías que se alejan de su nido, la depredación por gatos, inanición por falta de alimento en el medio o por ineptitud de los padres y por fratricidio (6).

Reducción de la nidada

El fratricidio se presenta como un mecanismo con el que se ajusta el tamaño de la nidada a las posibilidades de los padres de alimentar a las crías. Este ocurre a través del establecimiento de una jerarquía de dominancia del hermano mayor hacia el menor; la dominancia se establece mediante agresiones continuas (con vocalizaciones), pero sin que ello cause la muerte al hermano más pequeño, quien responde con una actitud de sumisión. Este dominio lo determina inicialmente la diferencia en edad y tamaño de las crías (provocado por el intervalo que hay entre la puesta del primero y segundo huevo). Aun cuando la relación de tamaño de las crías se invierta porque cuando se da el caso de que

la cría menor es hembra, ésta rebasa en peso y talla al hermano; no obstante, después de algunas semanas la jerarquía de dominancia se mantiene (11). La principal causa del fratricidio es la disminución del alimento, lo que ocasiona un descenso en el peso de las crías, que es tolerado hasta que ambas tienen una diferencia del 16% por debajo del peso que les corresponde (8, 9). El fratricidio puede ser directo, esto es, cuando la cría mayor mata al hermano mediante picotazos, o bien, indirectamente, cuando lo expulsa del nido y los padres no permiten su reingreso. Se piensa que los padres, al establecer la asimetría de tamaño inicial, promueven competencia asimétrica entre sus crías, cuando el alimento que llega al nido no es suficiente para que sobrevivan dos crías (7). En el BPA el fratricidio es facultativo, es decir, que está relacionado con la disponibilidad de alimento, y se presenta cuando éste es escaso en el nido (23).

Arraigo al sitio de nacimiento y fidelidad a la pareja

Tanto machos como hembras regresan para reproducirse a la misma colonia donde nacieron. Establecen su primer nido a una distancia próxima del lugar de nacimiento. A pesar de que las hembras tienden a dispersarse más que los machos, la diferencia no es significativa. Se ha reportado que el radio de dispersión de los machos es de 2.0 a 110.8 m y 4.1 a 149.8 m el de las hembras, en la isla Isabel. Durante la segunda reproducción las aves mantienen una distancia similar, se piensa que la proporción de crías que regresa a anidar es muy baja (14%), y no existen datos de la dispersión hacia otras colonias. Sin embargo la baja proporción de individuos que regresan en el periodo juvenil se ha atribuido a una alta mortalidad. Si la hipótesis anterior es correcta entonces

la especie es altamente "filopátrica" (término con el que en literatura se designa el arraigo). La dispersión limitada, además conlleva a una estrecha asociación con sus parientes (25) y, por lo tanto, se incrementa la probabilidad de intercruzamientos.

Por otra parte, existe también fidelidad a la pareja. Se reporta que en la isla Isabel se mantuvo la misma pareja de 1981 a 1982 en 10 casos y ningún cambio de pareja fue registrado (6).

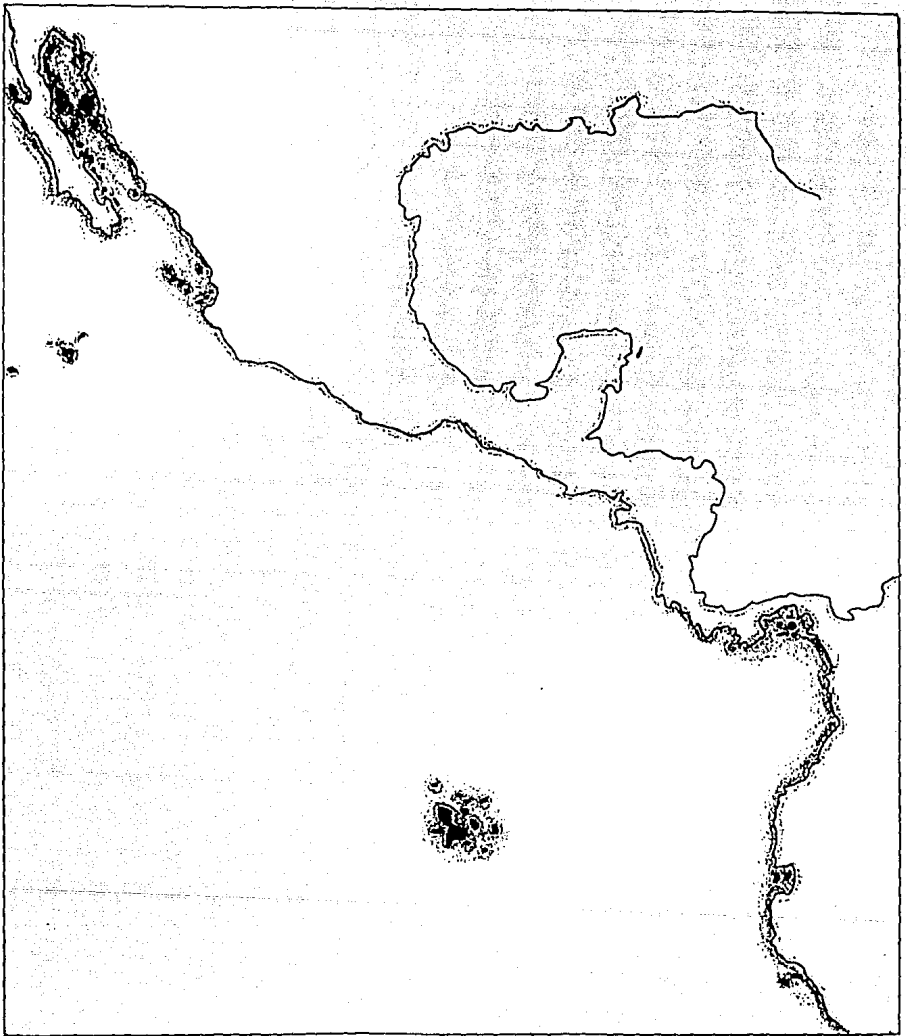
HABITOS ALIMENTICIOS

La alimentación del BPA consiste, principalmente de pescado que captura buceando (24). Los peces que captura son sardinas (*Opisthonema* sp.), anchovetas (*Centengraulus*), pez iguana (*Synodus*), palometas (*Peprilus*), macarela del pacífico (*Scomber*) y jurel (*Caranx*) (6). Nelson menciona que también es posible que capturen calamares. Presentan 2 periodos de alimentación, uno por la mañana y otro por la tarde; además, puede alimentarse en las noches de luna llena (24). Para la captura de peces, se lanza en picada vertical hasta de una altura de 15 m y persigue a su presa bajo el agua. Se alimenta en aguas cercanas a la costa, aunque puede alejarse grandes distancias (24). Nelson propone que la hembra sale a pescar en zonas más alejadas durante la época reproductiva y que el macho pesca cerca del área de anidación, ya que éste, por ser pequeño y ágil, puede penetrar en aguas someras, y que de esta manera la especie podría ser capaz de explotar dos nichos ecológicos (24). Sin embargo, Castillo y Chávez-Peón no encontraron diferencias entre los peces regurgitados por machos y hembras, por ejemplo,

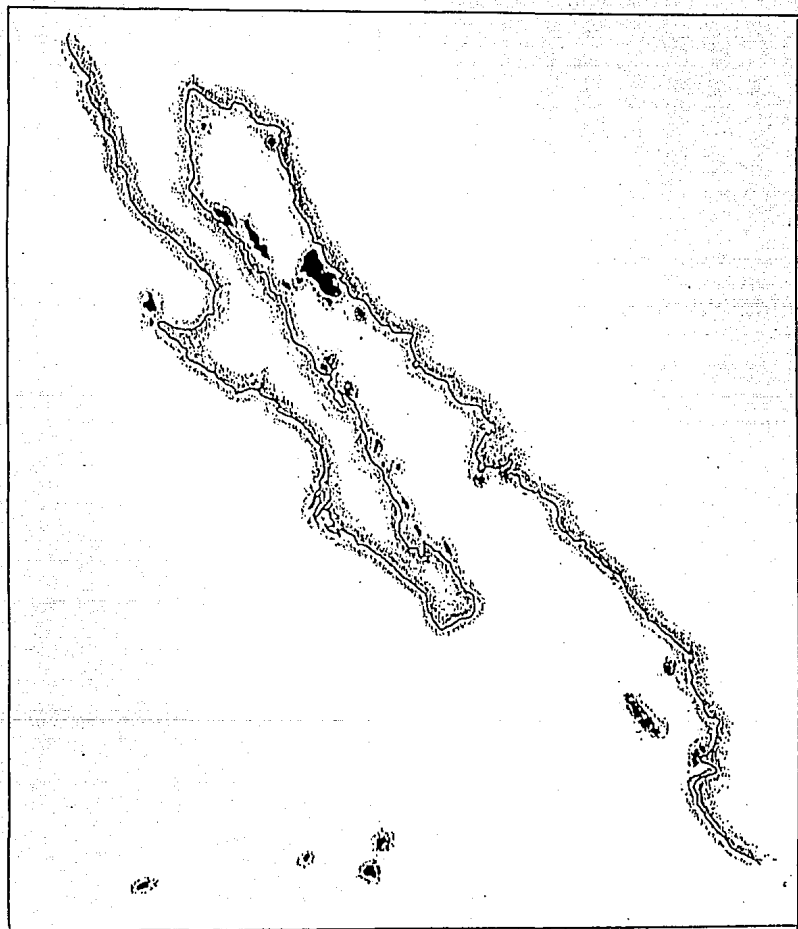
Opisthonema se encontró en el 52% de los regurgitados de machos y 43% en las hembras (6).

Cleptoparasitismo

El BPA es cleptoparasitado por diversas especies de aves. Las especies cleptoparásitas son algunas de aquellas que coexisten con él. Se han reportado ataques exitosos de fragata (*Fregata magnificens*), bobo café (*Sula leucogaster*) y algunas especies de gaviotas (*Larus livens* y *Calharacta maccormicki*). La frecuencia de los ataques se da en mayor proporción por parte de la fragata y del bobo café en el golfo de California. El cleptoparasitismo consiste en la persecución aérea en la que el cleptoparásito alcanza a la víctima y le jala las plumas de la cola y alas, provocándole que regurgite el pescado, que es consumido por el atacante. Este comportamiento se reporta sólo entre adultos; en especial los cleptoparásitos, en el caso del bobo café son hembras adultas, mientras que las víctimas son los BPA machos (32). Se sugiere que las aves marinas cleptoparasitan a víctimas que tienen acceso a presas de mayores profundidades (15). Los BPA se lanzan en picada desde mayores alturas y presumiblemente alcanzan mayores profundidades que los bobos cafés (32).



Mapa 1 Distribución mundial del bobo de patas azules



Mapa 2 Zonas de anidación del bobo de patas azules



Figura 1 Despliegue de cortejo llamado "sky pointing"



Figura 2 Conductas de cortejo "pelican posture" y "parading"

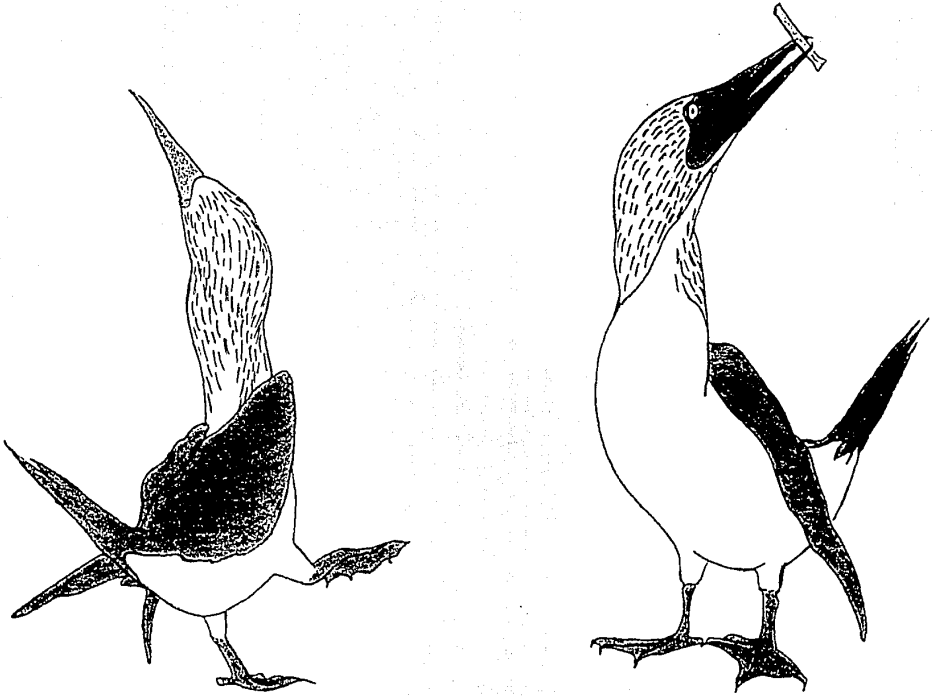


Figura 3 Conductas de cortejo "oblique head shake" y "showing nest material"

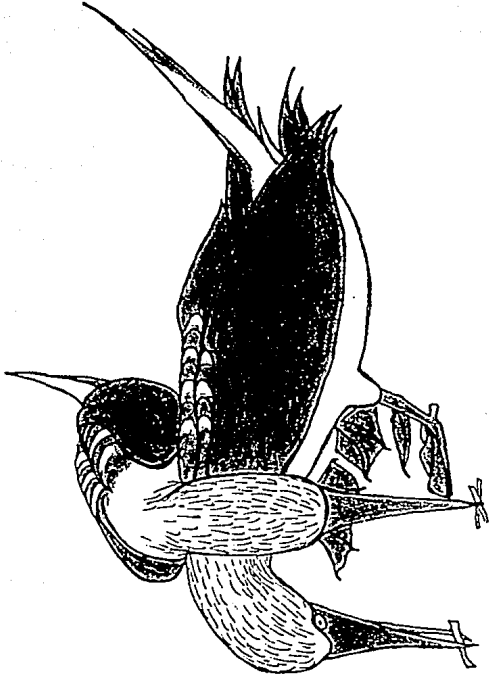


Figura 4 Construcción simbólica del nido

CONSERVACION DE LA ESPECIE

Para desarrollar un análisis global del problema de la conservación del BPA, en las islas del Pacífico mexicano, es necesario definir los diferentes niveles en que la especie está siendo ecológicamente perturbada. En este sentido, el objeto fundamental de la conservación es el de garantizar la reproducción de la especie; en ello intervienen las condiciones materiales en las que existe (territorio y disponibilidad de alimento, entre otras) y en las que les es posible su reproducción.

Es importante el grado de interrelación que el BPA y el hábitat que ocupa tienen con el ser humano y sus actividades productivas, es decir, con el conjunto de modificaciones ambientales que repercuten en la capacidad biológica de la especie para adecuarse de manera tal que se reproduzca sin detrimento poblacional.

Con respecto al BPA, su medio natural son las islas oceánicas del Pacífico americano, cuyas características proporcionan el hábitat idóneo para su reproducción. Sin embargo, la conservación de ese hábitat se hace necesaria cuando el hombre se apropia de él para satisfacer sus necesidades socioeconómicas.

Desde ese punto de vista, las islas presentan características específicas que inciden de manera peculiar en las formas en las que el hombre se apropia de los recursos naturales, tanto en su modalidad (militar, turística, mineral, pesquera, investigación) como en la magnitud o grado del impacto que las modificaciones efectuadas tienen sobre la especie (10, 13, 14, 17, 22, 36).

Por su situación y dimensión geográfica, las islas mexicanas del Pacífico, sufren erosión continua por el oleaje y la exposición a ciclones; igualmente, su poca capacidad para retener agua dulce y su gran sensibilidad a las sequías, las hacen, en cierta medida, inhabitables. Más allá de esto, el difícil acceso a ellas, presenta un límite natural a la actividad humana que, no obstante, se ha ido superando tecnológicamente (10).

Tal proceso de apropiación se incrementa o desaparece de acuerdo con el grado de beneficio económico y estratégico que los recursos naturales de estas islas ofrecen al hombre. La magnitud en que se ejerce tal apropiación de recursos cambia el grado de impacto en cualquier especie. Debido a su pequeñez, las islas mexicanas no pueden aprovecharse agroindustrialmente, por lo que la perturbación ecológica es relativamente baja, lo cual indica, en cualquier caso, que las modificaciones no sean significativas en el campo de la conservación (10, 36).

Hasta el momento, los usos productivos que se les ha dado a estas islas son: actividad turística, ocupación militar, refugio de pescadores locales, minería, construcción de cárceles o constitución de parques nacionales y reservas ecológicas, donde también se efectúa la investigación científica (10, 17, 5).

En todos los casos, estas actividades ya han modificado el hábitat de diversas especies de flora y fauna que son cada vez más vulnerables al desplazamiento y a la extinción.

Las especies endémicas de las islas son fáciles de desplazar, ya sea por la intervención directa del hombre sobre su territorio o por especies introducidas

por él (perros, gatos, ratas, cabras, puercos); esas intervenciones ya han provocado serios problemas a las especies naturales (10).

Las modificaciones del hábitat en que está implicado el BPA, como otras especies de aves marinas en México, son tanto de desplazamiento como de extinción. La ocupación y transformación de su territorio de apareamiento y anidación, así como los nuevos factores contra el éxito reproductivo (por ejemplo, la aparición de depredadores exóticos o la contaminación), hacen necesaria una estrategia integral de conservación de las islas y de las especies endémicas que las habitan (10, 13, 14, 11, 36).

En este contexto, las condiciones de existencia de las cadenas biológicas son el límite de sustentabilidad de las prácticas productivas. Tales condiciones son el objeto de las estrategias de conservación que deben ser normadas e instrumentadas por las instituciones gubernamentales para controlar la apropiación y explotación de los recursos naturales disponibles.

Lo anterior nos lleva a preguntarnos ¿cómo es que el hombre llega a producir desequilibrio en el ecosistema?, ¿qué posibilidades existen de revertir el daño ecológico ya producido, sin que esto afecte los intereses de la especie humana?, ¿cómo conservar el equilibrio de las especies? Esta problemática puede analizarse en dos niveles complementarios. Por un lado, los medios de apropiación que el hombre hace de los recursos naturales; por el otro, la magnitud del impacto ecológico que tal actividad implica.

Asimismo, es importante abordar los mecanismos institucionales de regulación cuantitativa y cualitativa encaminados a evitar el agotamiento de los

recursos naturales, especialmente, la proyección de un desarrollo sostenible (10).

En el ámbito de las políticas de conservación, es necesario diferenciar aquellas islas bajo protección ecológica o restricción militar de las que carecen de cualquier control legal de las actividades humanas de ocupación y explotación. Aunque las áreas protegidas han sido responsabilidad de diversas instituciones gubernamentales (SARH, SEDUE, SRA y SM), no es sino hasta 1983 cuando se crea el Sistema Nacional de Areas Protegidas (SINAP), que inicialmente reconoció cinco categorías de áreas naturales: parque nacional, monumento natural, reserva ecológica, reserva de la biosfera y parque urbano. En 1988, se publicó la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, como primera legislación sobre conservación de recursos naturales. Actualmente el SINAP contempla 13 reservas especiales de la biosfera, 8 reservas de la biosfera, un área de protección de flora y fauna silvestre y 44 parques nacionales (5).

Con relación a las islas oceánicas, la primera área protegida fue la isla Contoy en el mar Caribe, decretada en 1961. Le siguieron isla Tiburón, en 1963, e isla Raza, en 1964, en el golfo de California. Después, en 1973, se decretaron, la costa occidental de isla Mujeres, Punta Nizuc y Punta Cancún y en 1978, 44 islas del golfo de California. En 1980, isla Isabel en el océano Pacífico, y los arrecifes de Cozumel en el Caribe. Por último, en 1982, se decretó isla Guadalupe en el Pacífico norte (5).

En las islas protegidas el desarrollo sostenible puede tomar dos direcciones principales. Por un lado, las reservas especiales de la biosfera que con

monitoreo federal reducen al mínimo el impacto ecológico de la actividad humana y ofrecen un amplio campo de investigación por su gran biodiversidad. Por otro lado, están las islas consideradas parques nacionales, donde hay mayor interacción del hombre con el medio pero que está limitada. En éstas, por ejemplo, está la posibilidad del turismo ecológico, que es recreativo y educativo; otro ejemplo, es su uso como refugio para pescadores.

Condición distinta presentan las islas que no tienen protección ecológica, donde sí están permitidos los asentamientos de población, como en la cárcel de las islas Marías o en las bases navales de las islas Revillagigedo. En estos casos, las políticas de conservación y de desarrollo sostenible únicamente son potenciales y posibles desde la conciliación de los intereses del hombre con los de otras especies biológicas, evitando así el desplazamiento total o la extinción de las especies nativas y lograr la preservación del recurso natural en el tiempo. Sin embargo, para regular con éxito la actividad humana sobre estos ecosistemas, no es suficiente la reglamentación y la educación al respecto, sino que es necesario, además, restaurar los ecosistemas ya perturbados, controlando o eliminando las especies exóticas y restableciendo las poblaciones y especies nativas (10).

El interés multidisciplinario del problema de la preservación de las islas radica, sobre todo, en la articulación de las dimensiones socioeconómica y ecológica de cada situación particular.

Así, el control de la explotación de los recursos naturales debe considerar las perspectivas biológicas y físicas para el establecimiento de los criterios de

reglamentación y de educación para cada sujeto social (turistas, pescadores y marinos, así como de los grupos de investigación).

Por último, proteger y conservar cada especie biológica requiere de las óptimas condiciones ecológicas de su hábitat, lo que sólo es posible lograr a través del conocimiento de todos los aspectos naturales, incluyendo la capacidad de adaptación y de transformación del medio que tienen todas las especies.

NOTA: El bobo de patas azules está en el “Listado de especies raras, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial, y sus endemismos en la República mexicana”, publicado en el Diario Oficial, el 17 de mayo de 1991.

DISCUSION

Del bobo de patas azules se han descrito diversos aspecto biológicos, circunscritos a determinadas poblaciones de estas aves en diferentes lugares del mundo. Sin embargo hacen falta investigaciones acerca de las bases de su ciclo biológico y la interacción del ave con factores ambientales así como del impacto de las modificaciones provocadas por el hombre en la especie.

LITERATURA CITADA

- ¹ Almargot, J.: Manual de anatomía y de necropsias de la aves. *CECSA*, México, 1982.
- ² Anderson, en Nelson, 1978.
- ³ Bent, en Castillo y Chávez-Peón, 1983.
- ⁴ Blake, E. R.: Manual of neotropical birds. Vol. I University of Chicago Press. Chicago, 1977.
- ⁵ Canela, R.J.: Bases para el manejo de la isla Isabel Nayarit, México, como área natural protegida. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., 1991.
- ⁶ Castillo, A. A., y Chávez-Peón, H.M.C.: Ecología reproductiva e influencia de comportamiento en el control del número de crías en el bobo de patas azules (*Sula nebouxii*) en la isla Isabel, Nayarit. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 1983.,
- ⁷ Drummond, M.: A review of parent offspring conflict and brood reduction in the pelecaniformes. Colonial Waterbirds 10 (1) : 1-15 (1987).
- ⁸ Drummond, H., and García, Ch. C.: Food shoratage influence on sibling aggression in the blue footed booby, *Sula nebouxii*. Behav. Ecol. Sociobio. 19: 365-392. (1989).
- ⁹ Drummond, H., González, E. and Osorno, J.L.: Parent-offspring cooperation in the blue footed booby (*Sula nebouxii*). Behav. Ecol. Sociobio. 19: 365-372, (1986).

- ¹⁰ Drummond, H. y Osorno, J. L.: Las islas marinas: su conservación y desarrollo. Oikos 13: 3 (1992).
- ¹¹ Drummond, H., Osorno, J. L., Torres, R., García, Ch.C. and Merchant, H.L.: Sexual size dimorphism and sibling competition: implications of avian sex ratios. Am. Nat. 138 (3) p. 623-641 (1991)
- ¹² Duffy, D.C., and Campos, M.J.: Trick parasitism at nesting colonies of blue-footed booby in Peru and Galapagos. The Condor 88: p. 242-244.
- ¹³ Duffy, D.C., Hays, C., and Plenge, M.A.: The conservation status of Peruvian seabirds. Edited by: International council for birds preservation. Technical publication. N. 2 Status and conservation of the world's seabirds USA. 1984.
- ¹⁴ Duffy, D.C., and Hurtado, M.: The conservation status of seabirds of the equadorian mainland. Edited by: International council for bird preservation: Technical publication. N. Status and conservation of the world's seabirds. USA. 1991.
- ¹⁵ Duffy, D.C., en Tershy, B.R., and Breese, D., 1990.
- ¹⁶ Eckert, R.: Fisiología animal: mecanismos y adaptaciones 3ª ed. Interamericana, *Mc Graw-Hill*. México, 1989.
- ¹⁷ Gaviño, G. y Uribe, Z.: Algunas observaciones ecológicas en la isla Isabel, Nayarit con sugerencias para el establecimiento de un parque nacional. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, México, 1978.
- ¹⁸ Guerra, M.; Tesis de Licenciatura en Preparación.
- ¹⁹ Hickman, C.: Zoología. 7ª ed. *Interamericana*. México, 1988.

- ²⁰ Loft, B. and Murton, R.: Reproduction in bird. Avian biology. Vol. III. Academic Press. N.Y. 1972.
- ²¹ López, F.H.E.: datos no publicados.
- ²² Malcolm, C.C.: Seabirds conservation in the Galapagos Islands, Ecuador. Edited by: International council for bird preservation technical publication. No. 2. Status and Conservation of the world's seabird. 237-244. USA. 1984.
- ²³ Mock, D.W., Drummond, H. and Stinson, C.H.: Avian Sibleicide. Am Sc. 78: 438-499, (1990).
- ²⁴ Nelson, J.B.: The Sulidal: Gannets and boobies. Oxford University Press. London, 1978.
- ²⁵ Osorio, M.B. and Drummond, H.: Natal Dispersal in the blue-footed booby. The Auk. In press.
- ²⁶ Osorio, M.V.: Tesis de Maestría en Preparación.
- ²⁷ Observaciones personales (Martínez C., H.) durante la realización del Servicio Social en la isla Isabel, Nayarit.
- ²⁸ Osorno, J.L. y González, E.: Dinámica de territorialidad en una colonia de bobos de patas azules. (*Sula nebouxii*) en la Isla Isabel. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., 1987.
- ²⁹ Palmer, R.S., en Castillo, A.A. y Chávez-Peón, M.C., 1983.
- ³⁰ Ramírez L., J.; Martínez C., H. y López R., L.J.: Estudio de un tracto digestivo de bobo patas azules (*S. nebouxii*). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM, datos no publicados.

- ³¹ Shoemaker, H.V.: Osmoregulation and excretion in bird. Avian biology. Vol. II. Academic Press, N.Y., 1972.
- ³² Tershy, B.R., and Breese, D.: The influence of sexual dimorphism on kleptoparasitism of blue-footed boobies by brown boobies. Can. J. Zool. 68:197-199.
- ³³ Torres, R.: Comunicación personal.
- ³⁴ Torres, R. y Osorio, M.B.: Comunicación personal.
- ³⁵ Soulsby, E.J.L.: Parasitología y enfermedades parasitarias en los animales domésticos. 7^a ed. Interamericana, México, 1987.
- ³⁶ Vermeer, K. and Rankin, L.: Influence of habitat destruction and disturbance on nesting seabirds. Edited by: International council for bird preservation technical publication No. 2 Status and conservation of the world's seabirds USA. 1984.