

Monitoreo de poblaciones y condición de salud de aves marinas y lobos marinos en islas del norte del Golfo de California, México

CARLOS GODÍNEZ REYES,* KARINA SANTOS DEL PRADO GASCA,†
HÉCTOR ZEPEDA LÓPEZ,‡ ALONSO AGUIRRE,¶ DANIEL W. ANDERSON,‡
ALBERTO PARÁS GONZÁLEZ,‡ ENRIQUETA VELARDE■ Y ALFREDO ZAVALA-GONZÁLEZ*

* Área de Protección de Flora y Fauna “Islas del Golfo de California” en Baja California, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Correo-e: cgodinez@conanp.gob.mx Y alzavala@conanp.gob.mx

† Instituto Nacional de Ecología. Correo-e: ksantos@ine.gob.mx

‡ Escuela Superior de Medicina, Instituto Politécnico Nacional. Correo-e: hzepeda@ipn.mx y Wildlife Trust Alliance.

¶ Alonso Aguirre. Vicepresidente Conservation Medicine, Wildlife Trust, New York. Correo-e: Aguirre@wildlifetrust.org

‡ Department of Wildlife, Fish and Conservation Biology, Universidad de California en Davis, EE.UU.

Correo-e: danderson@ucdavis.edu

‡ Departamento de Salud Animal, Africam Safari, Valsequillo, Puebla. Correo-e: pago@africamsafari.com

■ Centro de Ecología y Pesquerías, Universidad Veracruzana. Correo-e: evelarde@uv.mx

Resumen. A pesar de que el Golfo de California y sus ecosistemas insulares muestran un excelente estado de conservación, sobre todo en la Región de las Grandes Islas y el norte del Golfo, la contaminación por actividades humanas, la destrucción de hábitats, la perturbación en sitios de reproducción de especies nativas y la aparición de enfermedades en la fauna silvestre son algunos de los crecientes problemas que se presentan en estos ecosistemas. Dichas alteraciones pueden tener repercusiones en la salud de las especies, de los ecosistemas e incluso en la salud humana. Los pelícanos pardos y los lobos marinos de California son considerados como “especies centinela”, sensibles a cambios en el ambiente, reflejando éstos en la salud de sus poblaciones, por ello, son especies indicadoras de la salud del ecosistema y pueden proveer un diagnóstico de riesgo temprano.

Palabras clave: pelícano pardo, *Pelecanus occidentalis californicus*, lobo marino de California, *Zalophus californianus*, Islas del Golfo de California, monitoreo, condición de salud, especies centinela.

Abstract. *Notwithstanding of the fact that the Gulf of California and its insular ecosystems are in an excellent state of conservation, specially in the Midriff Islands and the north of the Gulf, the contamination by human activities, the destruction of habitats, the disruption in the reproduction places of native species and the apparition of illnesses in wild fauna, are some of the growing problems that are present in this ecosystems. Those problems can have repercussions in the health of the species, the ecosystems and even in the human health. The brown pelicans and the California sea lions are considered as "sentinels species", sensitive to changes in the environment, reflecting these ones in the health of the populations, so are indicative species of the health of the ecosystem and can provide an early risk diagnosis.*

Keywords: brown pelican, *Pelecanus occidentalis californicus*, California sea lion, *Zalophus californianus*, Gulf of California islands, monitoring, health condition, sentinel species.

PRESENTACIÓN

El objetivo del presente artículo es difundir parte del trabajo que la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y el Instituto Nacional de Ecología (INE), ambos de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), han venido impulsando coordinadamente durante los últimos años en algunas de las principales islas de la región Norte del Golfo de California. La reseña refleja la suma del trabajo de las

instituciones participantes, como son: el Laboratorio de Medicina de Conservación de la Escuela Superior de Medicina del Instituto Politécnico Nacional (IPN); Africam Safari, Puebla, México; la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); el Department of Wildlife, Fish and Conservation Biology, de la Universidad de California en Davis (UCDavis), EE.UU.;

el Centro de Ecología y Pesquerías de la Universidad Veracruzana (UV); la organización Wildlife Trust, New York, EE.UU.; la Secretaría de Marina-Armada de México (SEMAR); la Dirección de Conservación de los Ecosistemas del INE-SEMARNAT; y la Dirección del Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California (APFF-IGC) (Dirección en Baja California) de la CONANP-SEMARNAT.

INTRODUCCIÓN

Son muchos los estudios y trabajos que se han realizado, y se realizan aún, en torno al Golfo de California. Las temáticas también son variadas, basta recomendar para su lectura los trabajos de los doctores Ted J. Case, Martin L. Cody y Exequiel Ezcurra (2002), como muestra del conocimiento que se tiene de este mar interior mexicano y de la alta importancia económica, natural, cultural y geopolítica que representa para nuestra nación. No repetiremos lo que ya se ha escrito del Golfo de California, Mar de Cortés o Mar Bermejo; pero se trata de un mar único en el planeta por numerosas razones. Internacionalmente se le reconoce como una región de alta especiación, de gran riqueza biológica y con un elevado número de endemismos, tan sólo hablando en términos naturales o ecológicos.

EL GOLFO DE CALIFORNIA: UN MAR EN EL DESIERTO

Entender hoy la importancia del Golfo de California nos obliga a conocer brevemente su historia geológica, la cual se remonta a unos seis millones de años, cuando comenzó a separarse la península de Baja California del macizo continental, dando lugar a un mar interior que se fue transformado hasta tomar la forma que conocemos hoy, junto con numerosos accidentes insulares (islas, islotes, rocas e isletas) cuyo número actual se sabe que supera los 900.

El territorio insular del Golfo de California representa ecosistemas con un notable aislamiento

geográfico, con rarezas biológicas e importantes endemismos. Por ello, resultan ser sitios estratégicos para la reproducción de tortugas marinas, aves marinas y mamíferos marinos, entre otros (Mellink 2001). Muchas islas han sido reconocidas como Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA), debido a que en ellas tiene lugar la reproducción, anidación, descanso, alimentación o invernación de importantes poblaciones de aves migratorias y/o residentes (Arizmendi y Márquez 2000). Las islas ofrecen un acceso relativamente fácil y seguro a las áreas marinas donde las aves encuentran alimento; también, y por la carencia de depredadores terrestres en muchas de ellas, brindan seguridad para el establecimiento de nidos y crianza de pollos. Sumado a esto, el Golfo de California se ubica en la ruta migratoria de muchas especies de aves que anidan en el oeste de Norteamérica. Todo esto se traduce en la existencia de 56 especies de aves registradas en estas islas, 18 de las cuales acuden a ellas para reproducirse, 26 más son migratorias, otras 10 especies son residentes y seis son cuasiendémicas. Es de destacar también que entre 60 y 100% de la población mundial de varias de estas especies anidan en algunos de estos territorio insulares, como sucede con el 95% de las poblaciones mundiales del charrán elegante (*Sterna elegans*) y la gaviota ploma (*Larus heermanni*) que anidan cada año, entre abril y junio, en la Isla Rasa (CONANP-SEMARNAP 2000).

Una especie de ave marina, objeto de nuestro estudio actual, es el pelícano pardo de California (*Pelecanus occidentalis californicus*). Esta es una de las seis subespecies reconocidas de pelícano pardo. El tamaño máximo actual de la metapoblación¹ de esta subespecie (en años No-EL Niño) se estima en 65,000 parejas reproductoras repartidas 6,000 en la costa sudoccidental de California, 4,000 en la costa occidental de Baja California, 40,000 en el Golfo de California y 15,000 más en la parte continental de México que se extiende al sur hasta América Central

(Anderson *et al.* 2003). Lo relevante también radica en que el núcleo de distribución geográfica de esta metapoblación se localiza en el Golfo de California con más del 60% de las parejas reproductoras. En el Golfo, las colonias de anidación más numerosas y por ende más importantes, se hallan en los archipiélagos de San Lorenzo y de San Luis Gonzaga (figura 1). Destacan las colonias de anidación ubicadas en las islas San Lorenzo-Las Ánimas y San Luis, la primera y segunda colonias de importancia de la especie en todo el Golfo de California (Anderson y Velarde 2001).

Otra especie que también es objeto del presente estudio y que encuentra en las islas el sustrato sólido para su reproducción, es el lobo marino de California (*Zalophus californianus californianus*), el mamífero marino del orden Pinnipedia² más abundante y de mayor distribución en nuestros mares y costas. Se le

puede observar a lo largo de toda la costa occidental e islas de la península de Baja California y en todo el Golfo de California, principalmente durante los meses de reproducción que van de mayo a julio. Dado que el lobo marino es un muy buen depredador y consumidor de diferentes especies de peces e invertebrados, se le ubica en la parte superior de la cadena trófica marina cercano a otros mamíferos marinos como las orcas, de manera que es un buen regulador del tamaño de las poblaciones de las especies que componen su dieta.

En la parte Norte del Golfo de California, incluida la Región de las Grandes Islas, se conocen hasta 22 áreas de agrupación de lobos marinos o loberas, como se les conoce localmente (figura 2). Once de ellas presentan actividad reproductiva y concentran al mayor número de animales en el Golfo. Las loberas de

FIGURA 1. ARCHIPIÉLAGOS E ISLAS EN LA REGIÓN DE LAS GRANDES ISLAS Y EL NORTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA



FIGURA 2. LOBERAS DE *ZALOPHUS CALIFORNIANUS CALIFORNIANUS* EN LA REGIÓN DE LAS GRANDES ISLAS Y EL NORTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA





reproducción del extremo Norte del Golfo se localizan en la isla San Jorge, en las Rocas Consag y en la isla El Coloradito (o Lobos). En la Región de las Grandes Islas lo son las islas de Granito, Ángel de la Guarda (con dos loberas: Los Cantiles y Los Machos), San Esteban, San Pedro Mártir y San Pedro Nolasco, así como los islotes El Rasito y El Partido (Zavala 1999).

LA SALUD DE POBLACIONES Y ECOSISTEMAS: UN TEMA QUE REQUIERE MAYOR ATENCIÓN

Los cambios en el ambiente pueden ser causados por las actividades humanas y por eventos climáticos como El Niño-Oscilación del Sur (El Niño). Su efecto puede ser directo y reflejarse en la salud de los individuos, en las poblaciones de las especies y en los ecosistemas. Manifestaciones como el incremento de la propagación de enfermedades infecciosas, y no infecciosas, que afectan la salud reproductiva, el desarrollo biológico y la respuesta inmunológica de

las especies, son ejemplo del problema como también lo son la pérdida de la biodiversidad y la modificación de los procesos ecológicos en los ecosistemas. Hay indicios de que muchas enfermedades están siendo la causa mayor de simplificación ecológica, hasta el grado de la extinción de especies (Solulé 2002).

A nivel mundial, los trabajadores de la ciencia están documentando, cada vez más, la presencia de enfermedades infecciosas emergentes y resurgentes en numerosas especies marinas. Algunos ejemplos son la aspergilosis en abanicos de mar; brotes pandémicos de morbillivirus en cetáceos y pinnípedos; fibropilomatosis en tortugas marinas; alta presencia de mareas rojas que ha matado cientos de lobos marinos en California (envenenamiento por ácido domoico) y manatíes en Florida (intoxicación con brevetoxina); y toxoplasmosis en nutrias marinas (Aguirre *et al.* 2002, Wilcox y Aguirre 2004).

El efecto del cambio climático global se suma al impacto causado por las actividades humanas, sólo

que la afectación puede ser a mayor escala. El incremento de las precipitaciones en algunas regiones y el aumento de la sequía en otras, el incremento de la erosión de la zona costera ocasionado por el aumento del nivel del mar, dificultan la eficaz adaptación de las poblaciones de vida silvestre a los rápidos cambios climáticos, lo que está generando presiones significativas rumbo a la extinción masiva de muchas especies y a los cambios alarmantes en los patrones y tasas de propagación de enfermedades (Aguirre *et al.* 2002, House *et al.* 2002).

LA MEDICINA DE LA CONSERVACIÓN

La “salud” de una población, una especie o un ecosistema, se estudia y entiende desde varios ángulos utilizando distintas disciplinas como la ecología, la medicina humana, la medicina veterinaria, la epidemiología, la toxicología y la biología de la conservación. Conocida como “medicina de la conservación”, esta ciencia relativamente nueva integra el punto de vista de los campos del conocimiento de la salud humana, la salud animal y la ecología de poblaciones, para estudiar a la “salud” bajo la premisa de que los individuos, las poblaciones, las especies y los ecosistemas constituyen un continuo indivisible (Aguirre *et al.* 2002). Esta ciencia “transdisciplinaria” (Rapport 1995), describe mejor el reto en el área de la “salud de los ecosistemas” al estudiar las interacciones entre patógenos y enfermedades por un lado, y las especies y los ecosistemas por el otro, enfocándose en el contexto ecológico de la salud y en la remediación de problemas de “salud ecológica” (Tabor *et al.* 2001).

Los patógenos y las enfermedades infecciosas generan problemas tanto para la protección de especies en riesgo, como para el mantenimiento de la biodiversidad. Existen casos documentados en los que la introducción de un patógeno ha producido el decline en el número de individuos de una especie.

Hay evidencia de que la diversidad de especies, y por ende la diversidad genética, puede funcionar como un “amortiguador” que aminora el impacto de los patógenos en un ecosistema; aunque paradójicamente, los patógenos pueden contribuir al mantenimiento de la biodiversidad (Tabor *et al.* 2001). Por ello, el estudio de los efectos en los ecosistemas causados por enfermedades es un elemento relevante para la toma de decisiones de manejo de recursos naturales, bajo la premisa de que “la salud de los ecosistemas se refleja en la salud de los organismos que los habitan”.

LA CONTAMINACIÓN Y LAS ENFERMEDADES EMERGENTES EN EL GOLFO DE CALIFORNIA

En el Golfo de California el impacto de las actividades humanas ha ido en aumento y en algunas zonas en forma dramática (Enríquez-Andrade *et al.* 2005). La introducción de especies exóticas en islas, la contaminación por actividades agropecuarias, pesqueras y turísticas, la destrucción de hábitat y la perturbación en sitios de reproducción de especies nativas, particularmente de aves marinas y lobos marinos, son sólo algunos de los problemas que se presentan en los ecosistemas insulares del Mar de Cortés (Zavala *et al.* 2004). La Región de las Grandes Islas actualmente se enfrenta a presiones existentes y potenciales, resultantes del crecimiento de la población humana en el noroeste de México durante las últimas cuatro décadas. Ello conlleva un incremento en la demanda de recursos económicos y estéticos de la región y un aumento en la contaminación marina derivada de dichas actividades. Se estima que la demanda de pescados y mariscos de la región, con el consecuente y rápido desarrollo de flotas industriales con tecnología pesquera avanzada, está llevando a una rápida depleción de algunas especies de importancia comercial que afectará eventualmente la salud de los ecosistemas (Bhare y Bourillón 2002).

Junto con esto, la aparición de enfermedades en la fauna silvestre resulta en un problema que amenaza la sobrevivencia de las especies nativas y que puede afectar la salud humana. En esta región del Golfo de California se han detectado algunas de ellas, como la leptospirosis en lobos marinos que en la costa de California, EE.UU., causó problemas severos en sus poblaciones (Gulland *et al.* 1996, Godínez *et al.* 1999, Acevedo-Whitehouse *et al.* 2003). Algunos trabajos se han realizado también para conocer la flora bacteriana presente en la especie (Hernández-Castro *et al.* 2005). En un estudio reciente realizado para medir la respuesta inmune en lobos marinos de California, se evaluó el Complejo Mayor de Histo-compatibilidad (MHC por sus siglas en inglés), que es una familia de genes que codifica la creación de ciertas moléculas glucoproteínicas de importancia en la respuesta inmune. En la comparación de diferentes genes del MHC, en las diferentes loberas de la costa de California, EE.UU., en los animales enfermos recibidos por el Marine Mammal Center en Sausalito, California, y en las loberas del Golfo de California, los patrones de diversidad genética, que indican mayor o menor capacidad de respuesta inmune, indicaron diferencias significativas en la capacidad de respuesta inmune. Los animales muestreados en el Golfo de California presentan una baja diversidad genética en el MHC, lo que pudiera significar un mayor riesgo ante la presencia de agentes infecciosos (Bowen *et al.* 2005).

En los Estados Unidos de Norteamérica el pelícano pardo (*Pelecanus occidentalis californicus*) declinó gravemente a causa de la contaminación por pesticidas durante los años 50 y 60 del siglo pasado. Influyó también la perturbación de sus colonias de anidación, el decremento del alimento de las aves por causa de la sobrepesca de anchoveta, la pérdida de sitios de percheo posanidación, y el enmallamiento e infecciones bacterianas en áreas marinas altamente contaminadas. En los años 70, residuos de DDE —el

metabolito ambientalmente persistente del DDT— y mezclas de bifenilos policlorados (conocidos como PCB), causaron fallas reproductivas severas en aves marinas de California.

Esta fue una de las razones de peso por las que en 1970 el doctor Daniel W. Anderson condujo estudios en el Golfo de California encaminados a proveer información de residuos de contaminantes en poblaciones no afectadas con fines comparativos. Entonces, los resultados indicaron que el Golfo se encontraba libre de tóxicos insecticidas organoclorados y se reconoció también que el mayor porcentaje de parejas de pelícanos anidando de esa metapoblación estaba precisamente en este mar (Gress y Anderson 1982)

LAS AVES MARINAS Y LOS LOBOS MARINOS COMO ESPECIES CENTINELA

A una especie se le considera “centinela” cuando es sensible a cambios en el medioambiente reflejándolos en la salud de sus poblaciones. Las “especies centinela” proveen información esencial y temprana que advierten de posibles daños en el ambiente, como son la presencia de patógenos infecciosos emergentes y contaminantes, lo que proporciona un rápido diagnóstico de riesgo (Aguirre y Tabor 2004, Tabor y Aguirre 2004).

La Conanp y el INE determinaron al pelícano pardo y al lobo marino de California como especies centinela por cumplir con las características arriba mencionadas. Ambas tienen su periodo de reproducción bien definido y se les encuentra en las islas en una alta proporción respecto a sus poblaciones totales, lo que permite realizar conteos directos de sus colonias de reproducción en forma continua y en ciclos anuales. Ello da la oportunidad de estimar sus tamaños poblacionales y obtener datos referentes a la producción de crías, así como tomar muestras biológicas de las mismas.

ESFUERZO POR MONITOREAR Y EVALUAR LA CONDICIÓN DE SALUD DE AVES MARINAS Y LOBOS MARINOS

La coordinación CONANP-INE se formalizó durante el año 2004 con el propósito de ampliar el trabajo de monitoreo que desde 1999 venían realizando en la Región de las Grandes Islas la Dirección del Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California (Dirección en Baja California-APFF-IGC-BC), la Secretaría de Marina-Armada de México (Semar) y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente en Baja California (Profepa-BC), con el lobo marino de California, el cual ya incluía estudios poblacionales, de condición de salud y epidemiológicos, entre otros temas (CONANP-SEMARNAT 2001). A partir de la coordinación con el INE en 2004, el trabajo se amplió a las poblaciones de aves marinas y en particular de

pelicano pardo, con el objeto de evaluar su condición de salud en la Región de las Grandes Islas y parte Norte del Golfo de California (CONANP-SEMARNAT, INE-SEMARNAT 2004).

El proyecto es transdisciplinario e interinstitucional, y en él participan instituciones gubernamentales, académicas y de investigación, así como organizaciones sociales, tanto nacionales como extranjeras. Destaca la participación de la SEMAR, el Department of Wildlife, Fish and Conservation Biology de UC Davis (EE.UU.), el Departamento de Salud Animal de Africam Safari, el Laboratorio de Medicina de Conservación del IPN, el Centro de Ecología y Pesquerías de la UV, la FMVZ de la UNAM y la organización Wildlife Trust, NY, EE.UU., además de miembros de la comunidad de Bahía de los Ángeles, Baja California.



RESEÑA DEL TRABAJO

Entre los años 2004 y 2006, hemos realizado siete viajes a los archipiélagos de San Lorenzo, Bahía de los Ángeles, Ángel de la Guarda y San Luis Gonzaga, incluidas las Rocas Consag (figura 1). Los viajes han sido a bordo de pequeñas embarcaciones tipo pangas (de 7 m de longitud y motor fuera de borda), moviendo hasta 12 personas de la costa a las islas y entre éstas. Los recorridos también son vía terrestre para conectar sitios como Bahía de los Ángeles con la Bahía de San Luis Gonzaga y San Felipe. La instalación de nuestros “campamentos base” es, la mayoría de las veces, en los sitios tradicionalmente usados como refugios por pescadores. En el verano de 2004 se contó con el apoyo de la SEMAR para realizar una expedición a la zona.

MONITOREOS POBLACIONALES

Desde hace 30 años el doctor Anderson realiza el monitoreo de las colonias de anidación del pelícano pardo en el Golfo de California. A partir de 1999 parte del monitoreo en la Región de las Grandes Islas lo realiza con apoyo de la Dirección del APFF-IGC-BC y desde 2004 quedó incorporado parte de su trabajo en el proyecto de CONANP-INE, donde el tamaño de las colonias de anidación de la especie, así como los sitios que ocupa como áreas de descanso, son usados como indicador biológico.

Los censos de pelícanos se realizan con base en el conteo directo de sus nidos (desde la embarcación a distancias de 100-300 m) en las cuatro colonias de anidación más importantes del Golfo de California: Isla San Luis, Isla Ángel de la Guarda (Puerto Refugio), Isla Piojo e Isla San Lorenzo (figura 1), durante la época de anidación y crianza que ocurre de febrero a julio. Se contabiliza también el número de pollos por nido, y se realiza una estimación de su edad. En

esas colonias se han anillado pelícanos durante los tres últimos años.

Desde 1985 uno de los autores (A. Zavala) ha venido realizando el monitoreo de las loberas de reproducción de *Zalophus californianus californianus* en la Región de las Grandes Islas (Zavala-González, 1999). Desde 1999, el trabajo se ha continuado como parte de las tareas de la Dirección del APFF-IGC-BC. Básicamente se realizan conteos directos de los animales ubicados en la costa de las siete loberas de la región, diferenciándolos por clases de sexo y edad en machos adultos, machos subadultos, hembras, jóvenes y crías. Se hace énfasis en la producción de crías por ser un indicador directo de la estructura poblacional y por permitir estimar el número de machos adultos y hembras en cada lobera. Los censos de lobos marinos en las costas insulares también se incorporaron al proyecto de evaluación de la condición de salud a partir de 2004.

Las loberas de reproducción en las que se ha trabajado más frecuentemente en estos últimos años se ubican en los islotes El Rasito y El Partido (archipiélago de San Lorenzo), en la isla Ángel de la Guarda (dos loberas: Los Machos y Los Cantiles), en la isla Granito, en la isla Coloradito o Lobos (archipiélago de San Luis Gonzaga) y en las Rocas Consag (figura 2). Con ello, el proyecto cubre siete de las once loberas de reproducción de la Región de las Grandes Islas y Norte del Golfo de California.

CONDICIÓN DE SALUD

La condición de salud de pelícanos pardos y lobos marinos es medular en la realización del proyecto, ya que se pretende, al mediano plazo, evaluar la salud del ecosistema insular y marino y contar con un diagnóstico rápido de riesgo, tomando como indicador la condición de salud de las poblaciones bajo manejo. Esta es la causa por la que nuestro trabajo incluye también la colecta de muestras en cada una

de las colonias de anidación y loberas estudiadas, para obtener información directa de la condición de salud de sus individuos.

Se evalúan tres aspectos de la condición de salud de las poblaciones: 1) la condición general de salud de los individuos, 2) la presencia de parásitos (macroparásitos y protozoarios) y agentes infecciosos causantes de enfermedades emergentes (virus y bacterias), y 3) los contaminantes en tejidos.

La evaluación de la condición de salud se realiza sobre individuos jóvenes, tanto pollos de pelícanos como crías de lobos marinos, y se basa en un examen físico general y toma de datos como talla, peso, temperatura y signos clínicos, para lo cual antes hay que capturarlos y sujetarlos sin causarles daño alguno —tarea nada fácil, pero sí emocionante. Adicionalmente, se hace el manejo de cada individuo para tomarle muestras de sangre a las que se les realizan pruebas de biometría hemática, química sanguínea, así como de determinación de parásitos y agentes infecciosos; se toman también algunos frotis y se obtienen exudados de sitios específicos de sus cuerpos que son de mucha utilidad para el diagnóstico.

Ya en el laboratorio, las pruebas que se pueden realizar a las muestras biológicas son muy distintas y diversas. Para decidir sobre cuáles realizar, nuestros colegas del IPN y de Africam Safari deben tomar en cuenta las enfermedades reportadas en otros sitios y que aún no se registran en México, o considerar las enfermedades de relevancia mundial, de importancia por la mortalidad que pudiera causar en la población monitoreada, o que representen algún riesgo de salud pública.

En aves marinas se han realizado análisis para determinar la presencia de influenza aviar, newcastle, virus del oeste del Nilo, bronquitis infecciosa, gumboro, parásitos y bacterias. Mientras que para el lobo marino de California se ha buscado Morbillivirus, *Toxoplasma gondii*, calicivirus (virus del lobo marino de San Miguel), *Leptospira interrogans*, *Brucella maris*, parásitos y otras bacterias.

Dada la importante disminución poblacional de pelícano pardo en las costas de California, EE.UU., ya mencionada, el monitoreo de los mismos es muy importante para determinar indirectamente el grado de contaminación en la región de las Grandes Islas y, por consecuencia, evaluar el riesgo.

Aunque el doctor Anderson realizó estudios de contaminantes en estas aves alrededor de los años 70 y a principios de los 90, luego de esta fecha no se habían realizado más estudios sobre contaminantes en las poblaciones de estas aves marinas en el Golfo de California (Gress y Anderson 1982). Como parte del actual proyecto, en el 2004 se colectaron huevos de pelícano pardo, de la gaviota de patas amarillas (*Larus livens*) y de la gaviota ploma o parda (*L. heermanni*), para realizarles análisis de contaminantes insecticidas organoclorados.

ALGUNAS EXPECTATIVAS EN NUESTRO TRABAJO

Se espera que la determinación de contaminantes en la gaviota de patas amarillas, como especie endémica del Golfo de California, refleje la condición de la salud del ecosistema a nivel local. Por su parte, y dado que cerca del 95% de la población mundial de la gaviota ploma anida en la Isla Rasa, la determinación de la presencia de contaminantes en sus huevos proporcionará un panorama general de la condición de su población a nivel mundial. En cuanto al pelícano pardo, por ser una especie migratoria de amplia distribución (desde California, EE.UU., hasta Centroamérica), la evaluación de la presencia de contaminantes en sus huevos reflejará la condición de la salud del ecosistema a nivel regional.

RESULTADOS PRELIMINARES Y COMENTARIOS GENERALES

En el año 2004 fue exitosa la anidación de pelícanos pardos, gaviotas plomas y gallitos marinos reales (*Sterna maxima*) y elegantes (*S. elegans*), más aún si

se compara con los pasados seis años, particularmente con 1998 y 2003 en que tuvo lugar el fenómeno de “El Niño” (Daniel W. Anderson en elaboración).

Se han censado seis colonias de anidación de pelícano pardo en la región: Piojo, Partida, Las Ánimas, San Lorenzo, Ángel de la Guarda (Puerto Refugio) y San Luis (figura 1). De acuerdo con los datos obtenidos, el tamaño de las colonias de anidación se presenta en el cuadro 1. Un ejemplo del censo realizado se presenta en la figura 3.

CUADRO 1. NÚMERO ESTIMADO DE NIDOS ACTIVOS EN LAS SEIS COLONIAS DE ANIDACIÓN DE PELÍCANO PARDO CENSADAS EN LA REGIÓN DE LAS GRANDES ISLAS Y EL NORTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA

COLONIA DE ANIDACIÓN	NÚMERO DE NIDOS ACTIVOS
Piojo	500
Partida	40
Las Ánimas	3,800
San Lorenzo	6,000
Ángel de la Guarda (Puerto Refugio)	2,300
San Luis	4,800

Durante los tres años del proyecto se han anillado y tomado muestras biológicas a más de 300 pollos de pelícano pardo y a más de 200 gaviotas plomas de Isla Rasa. Los análisis serológicos se han realizado en el Laboratorio de Medicina de Conservación del IPN y en Africam Safari. En el aspecto microbiológico, se han identificado centenares de diferentes géneros así como posibles nuevas especies y subespecies bacterianas. Se cuenta ya con una flora de referencia para aves marinas y se han identificado parásitos sanguíneos que no habían sido descritos con anterioridad para las poblaciones de estas aves del Golfo de California. Actualmente se están elaborando los artículos científicos correspondientes.

En cuanto a los lobos marinos, se han censado siete de las once colonias con actividad reproductiva en la región: El Partido, El Rasito, Granito, Los Machos, Los Cantiles, El Coloradito (Lobos) y Rocas Consag (figura 2). Aunque no todas las loberas han podido ser censadas e incluso muestreadas durante los tres años, debido a las condiciones del tiempo y mareas que hacen difícil la aproximación y el trabajo en las mismas, el tamaño actual de estas loberas se presenta en el cuadro 2. Un ejemplo del censo realizado se presenta en la figura 4.

CUADRO 2. NÚMERO ESTIMADO DE LOBOS MARINOS DE CALIFORNIA EN LAS SIETE LOBERAS CENSADAS EN LA REGIÓN DE LAS GRANDES ISLAS Y EL NORTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA

LOBERA	NÚMERO TOTAL DE LOBOS
El Partido	500
El Rasito	400
Los Machos	800
Los Cantiles	650
Granito	670
El Coloradito (Lobos)	1,400
Rocas Consag	400

Durante los tres años del proyecto se han tomado muestras biológicas a 150 crías. Los análisis serológicos se han realizado EN el Laboratorio de Medicina de Conservación del IPN para la búsqueda de *Brucella abortus*, *Toxoplasma gondii*, *Salmonella* sp. y *Leptospira interrogans*. Se ha identificado también la flora bacteriana de referencia para esta especie (artículos en elaboración).

De enorme relevancia resulta el hecho de que, a partir del muestreo de 2004, de pelícanos pardos y lobos marinos de California, principalmente, pero también de gaviota ploma en Isla Rasa, se cuenta con

FIGURA 3. EJEMPLO DEL CENSO DE PELÍCANO PARDO REALIZADO EN LA COLONIA DE ANIDACIÓN DE LAS ÁNIMAS EN EL ARCHIPIÉLAGO DE SAN LORENZO

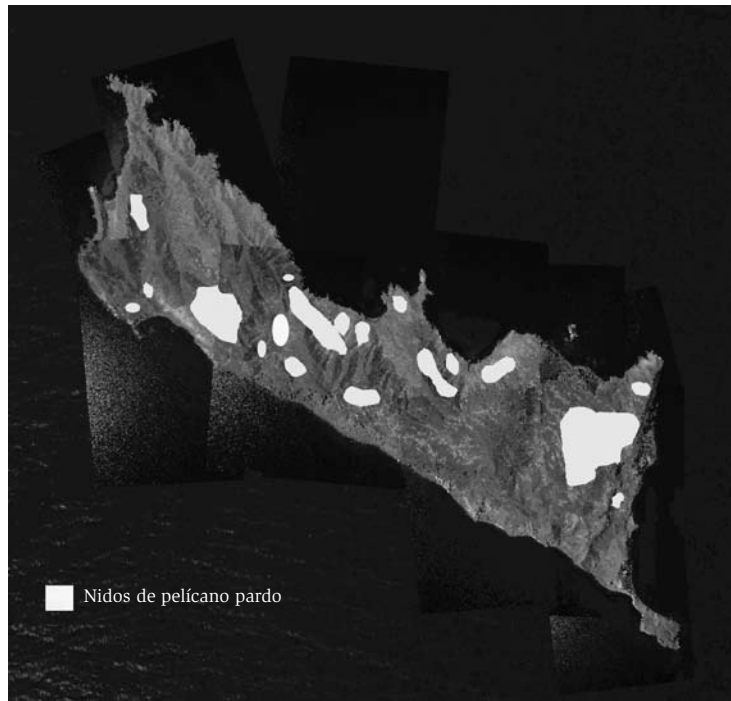
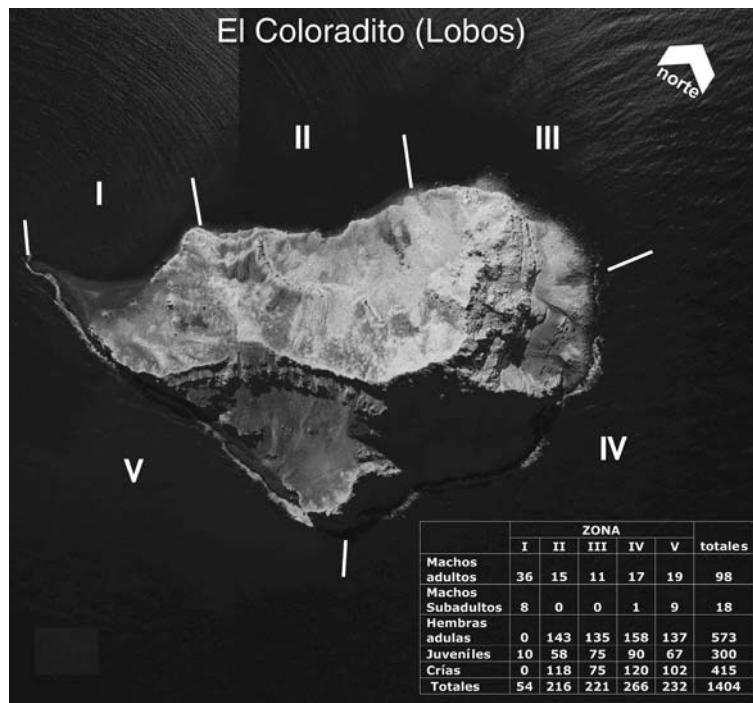


FIGURA 4. EJEMPLO DEL CENSO DE LOBO MARINO DE CALIFORNIA REALIZADO EN LA LOBERA DE EL COLORADITO EN EL ARCHIPIÉLAGO DE SAN LUIS GONZAGA



un banco de sueros y uno de leucocitos, ubicados en el Laboratorio de Medicina de Conservación del IPN, la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM y Africam Safari, así como con protocolos de manejo y toma de muestras biológicas de pelícano pardo y lobo marino de California, y de manejo de muestras en el laboratorio de campo. Este material es de sumo valor para el rastreo de posibles epidemias o mortalidades que se presenten en la región.

Otro resultado positivo es que ya se han identificado algunos patógenos en aves marinas y lobos marinos, actividad importante para dirigir la investigación futura del proyecto ya que nos permitirá responder preguntas como ¿cuáles son las enfermedades que se presentan en las poblaciones silvestres estudiadas?, ¿cuáles son importantes de considerar en programas específicos de conservación?, ¿cuáles son los factores que influyen en la transmisión de enfermedades en estas poblaciones silvestres? y ¿cómo evaluamos el riesgo que estas enfermedades representan en las poblaciones silvestres y en la salud humana?

También se está trabajando en el diagnóstico de enfermedades de relevancia local o mundial, como el caso del virus del oeste del nilo y el de la influenza aviar en las aves marinas monitoreadas; así como de Morbillivirus en lobos marinos (un virus que causó la mortalidad masiva de poco más del 50% de la foca de puerto (*Phoca vitulina*) en el noroeste de Europa a finales de los años 80 (virus de distemper phocino-Phocine Distemper Virus), y la leptospira, capaz de causar mortalidad y falla reproductiva en lobos marinos, así como transmitirse al ser humano, siendo ésta la mayor zoonosis (enfermedades que se transmiten de los animales a los humanos) en Latinoamérica.

En estos tres años de trabajo también se han dado los primeros pasos para fortalecer el Programa de Monitoreo de dos especies centinela del Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California y de la parte centro-norte del Mar de Cortés.

Hay que resaltar que, en buena parte, el éxito de este proyecto se debe a la participación de todos aquellos que han trabajado en el campo: Hugo Moreno y Ana María Padilla de la Dirección del Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California en Baja California-CONANP; Alejandro González, Biviana Ávila, Patricia Rubio y Víctor del Río, voluntarios de apoyo a la Dirección del Área de Protección de Flora y Fauna “Islas del Golfo de California” en Baja California- CONANP; Osvaldo Martínez, Marco Benítez, Alejandra Hernández, Jonathan Hernández, Areli Rosas, Rosa Berenice Portillo y Oscar Rico de Africam Safari; Ana Lilia Sandoval, David Ramírez, Héctor Hernández, David Soriano, Nayelly Gabriela Jiménez, Vianney Romero y Ana Beatriz Celma del Laboratorio de Medicina de Conservación del IPN; Araceli Samaniego y Anny Peralta del Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C.; José Matilde Arce, Igor Galván, Ramón Cordero, Juan Fuerte, Alfredo Díaz, Loreto Fuerte, “Pichirilo” Cortés y Andrés Camacho, pescadores y prestadores de servicios turísticos de Bahía de los Ángeles, Baja California.

Finalmente, es importante destacar que la colaboración entre todas las instituciones que forman parte del proyecto es vital para su desarrollo, y que las actividades particulares que cada una de ellas lleva a cabo son fundamentales para la realización exitosa de proyectos de esta naturaleza. Este es, quizá, el mayor y mejor resultado del proyecto, el establecimiento de alianzas institucionales que permiten el logro de objetivos comunes en proyectos transdisciplinarios.

NOTAS

- 1 Una metapoblación consiste de un grupo de poblaciones de la misma especie espacialmente separadas y que interactúan a cierto nivel.
- 2 Pinnipedia se refiere al grupo de carnívoros que han modificado sus extremidades en aletas para poder desplazarse en el agua.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo-Whitehouse, K., H. de la Cueva, F.M.D. Gulland, D. Auriolles-Gamboa, F. Arellano-Carvajal y F. Sánchez-Güemes. 2003. Evidence of *Leptospira interrogans* infection in California sea lion pups from the Gulf of California. *Journal of Wildlife Diseases* 39 (1): 145-151.
- Aguirre, A.A., T.M. O'Hara, T.R. Spraker y D.A. Jessup. 2002. Monitoring the Health and Conservation of Marine Mammals and Sea Turtles and their Ecosystems. En: A.A. Aguirre, R.S. Ostfeld, G.M. Tabor, C.A. House and M.C. Pearl (eds.). *Conservation Medicine: Ecological Health in Practice*. Oxford University Press, New York. Pp. 79-94.
- Aguirre, A.A. y G.M. Tabor. 2004. Introduction: Marine vertebrates as sentinels of marine ecosystem health. *EcoHealth* 1(3): 236-238.
- Álvarez-Borrego, S. 2002. Physical Oceanography. En: T.J. Case, M.L. Cody y E. Ezcurra (eds.). *A New Island Biogeography of the Sea of Cortés*. Oxford University Press, Oxford. Pp. 41-59.
- Anderson, D.W., J.O. Keith, F. Gress, E. Palacios, C.J. Henry y C. Godínez. 2003. Biogeographic perspective and population estimates of the California Brown pelican: toward a range-wide data base. Memorias del 31st Annual Meeting del Pacific Sea Bird Group, "Trophic constraints on seabird populations". Brown Pelican Symposium, Enero de 2003, La Paz, BCS. 37 pp.
- Anderson, D. y E. Velarde. 2001. Aves del mar. En: P. Robles-Gil, E. Ezcurra y E. Mellink (comps.). *El Golfo de California. Un mundo aparte*. Pegaso, Casa Lamm, Sierra Madre, México. Pp. 137-154.
- Arizmendi, M.C. y L. Márquez V. (eds.). 2000. *Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en México*. FMCN-CCA-CONABIO-National Fish and Wildlife Foundation-Bird Life International-SEMARNAP-American Bird Conservancy-National Audubon Society-UBIPRO, Iztacala-Natur-UNAM-USAID-The David and Lucille Packard Foundation, México, D.F. 440 pp.
- Auriolles-Gamboa, D. y A. Zavala-González. 1994. Algunos factores ecológicos que determinan la distribución y abundancia del lobo marino *Zalophus californianus*, en el Golfo de California. *Ciencias Marinas* 20: 535-553.
- Bahre, C.J. y Bourillón, L. 2002. Human Impact in the Midriff Islands. En: T.J. Case, M.L. Cody and E. Ezcurra (Eds.). *A New Island Biogeography of the Sea of Cortés*. Oxford University Press, Oxford. Pp. 383-406.
10. Bowen, L., B.M. Aldridge, R. DeLong, S. Melin, C. Godínez, A. Zavala, F. Gulland, L. Lowenstine, J. L. Stott y M. L. Johnson. 2005. MHC gene configuration variation in geographically disparate populations of California sea lions (*Zalophus californianus*). *Molecular Ecology* 10: 1-5.
- Carreño, A.L. y J. Helens. 2002. Geology and ages of the islands. En: T.J. Case, M.L. Cody y E. Ezcurra (eds.). *A New Island Biogeography of the Sea of Cortés*. Oxford University Press, Oxford. Pp. 14-40.
- Case, T.J., M.L. Cody y E. Ezcurra (eds.). 2002. *A New Island Biogeography of the Sea of Cortés*. Oxford University Press, Oxford. 669 pp.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP-SEMARNAP). 2000. *Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California*. México. 262 pp.
- . 2001. Informe de actividades realizadas en algunas islas del Golfo de California durante el año 2000. Dirección Regional Baja California, Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California. Ensenada, Baja California. 9 pp.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Instituto Nacional de Ecología y Secretaría de Marina-Armada de México. 2004. Programa para el Monitoreo de las Islas de la Región de las Grandes Islas y norte del Golfo de California a bordo de Unidades de superficie de la Secretaría de Marina-Armada de México. Temporadas 2004, 2005. Dirección del Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California en B.C.-CONANP, Dirección General de Investigación de

- Ordenamiento Ecológico y Conservación de los Ecosistemas-INE, y Coordinación Regional de Investigación Oceanográfica, Dirección General de Investigación y Desarrollo-SEMAR. México. 12 pp.
- Diario Oficial de la Federación. 1978. Decreto por el que se establece una zona de reserva y refugio de aves marinas migratorias y de la fauna silvestre en las islas que se relacionan, situadas en el Golfo de California. Miércoles 2 de agosto de 1978. México, D.F.
- . 2000. Acuerdo que tiene por objeto dotar con una categoría acorde con la legislación vigente a las superficies que fueron objeto de diversas declaratorias de áreas naturales protegidas emitidas por el Ejecutivo Federal. Primera sección, miércoles 7 de junio de 2000. México, D.F.
- Enríquez-Andrade, R.R., G. Anaya-Reyna, J.C. Barrera-Guevara, M.A. Carvajal-Moreno, M.E. Martínez-Delgado, J.G. Vaca-Rodríguez y C. Valdés-Casillas. 2005. An analysis of critical areas for biodiversity conservation in the Gulf of California Region. *Ocean & Coastal Management* 48(1): 31-50.
- Ezcurra, E. 2001. El desierto y el mar. En: P. Robles-Gil, E. Ezcurra y E. Mellink (comps.). *El Golfo de California. Un mundo aparte*. Pegaso-Casa Lamm-Sierra Madre, México. Pp. 37-61.
- Godínez, C.R., R.B. Zelaya, D. G.D. Auriolos, R.A. Verdugo, R.E.A. Rodríguez y M.A. De la Peña 1999. Antibodies against *Leptospira interrogans* in California sea lion (*Zalophus californianus*) pups from seven islands of the Gulf of California, Mexico. *Journal of Wildlife Diseases* 35 (1): 108-111.
- Godínez, C.R., A. Zavala-González, y D.W. Anderson. 2003. Seabirds conservation efforts in the Gulf of California Islands as a Federal Natural Protected Area. Memorias del 31st Annual Meeting del Pacific Sea Bird Group, "Trophic Constraints on Seabird Populations". Brown Pelican Symposium, Enero de 2003, La Paz, BCS p. 48.
- Gress, F. y D.W. Anderson. 1982. *California brown pelican recovery plan*. U.S. Fish and Wildlife Service, Portland, Oregon.
- Gulland F.M.D., L.J. Lowenstine, A. Colagross, L. Morgan, y T. Spraker. 1996. Leptospirosis in Marine Mammals. En: M.C. Fowler y E. Miller (eds.). *Zoo and Wild Animal Medicine. Current Therapy 4*. W.B. Saunders, Philadelphia, Pennsylvania. Pp. 469-471.
- Hernández-Castro, R., L. Martínez-Chavarría, A. Díaz-Avelar, A. Romero-Osorio, C. Godínez-Reyes, A. Zavala-González y A. Verdugo-Rodríguez. 2005. Aerobic bacterial flora of the nasal cavity in Gulf of California sea lion (*Zalophus californianus*) pups. *The Veterinary Journal* 170: 359-363.
- House, C., A.A. Aguirre y J.A. House. 2002. Emergence of infectious diseases in marine mammals. En: A.A. Aguirre, R.S. Ostfeld, G.M. Tabor, C.A. House y M.C. Pearl (eds.). *Conservation Medicine: Ecological Health in Practice*. Oxford University Press, New York. Pp. 104-117.
- Mellink, E. 2001. Las islas. En: P. Robles-Gil, E. Ezcurra y E. Mellink (comps.). *El Golfo de California. Un mundo aparte*. Pegaso, Casa Lamm, Sierra Madre, México. Pp. 91-109.
- Polis, G.A., M.D. Rose, F. Sánchez-Piñero, P.T. Stapp y W.B. Anderson. 2002. Island Food Webs. En: T.J. Case, M.L. Cody y E. Ezcurra (eds.). *A New Island Biogeography of the Sea of Cortés*. Oxford University Press, Oxford. Pp. 362-380.
- Rapport, D.J. 1995. Ecosystem health: exploring the territory. *Ecosystem Health* 1: 5-13.
- Soulé. 2002. Foreword: Giant Moths and Doing No Harm. En: A.A. Aguirre, R.S. Ostfeld, G.M. Tabor, C.A. House y M.C. Pearl (eds.). *Conservation Medicine: Ecological Health in Practice*. Oxford University Press, New York. Pp. vii-ix.
- Tabor, G.M., R.S. Ostfeld, M. Poss, A.P. Dobson y A.A. Aguirre. 2001. Conservation biology and the health sciences: defining the research priorities of conservation medicine. En: M.E. Soulé y G.H. Orians (eds.). *Research Priorities in Conservation Biology*. Segunda edición. Island Press, Washington, D.C. Pp.165-173.

- Tabor, G.M. y A.A. Aguirre. 2004. Ecosystem health and sentinel species: adding an ecological element to the proverbial "canary in the mineshaft". *EcoHealth* 1(3): 226-228.
- Wilcox, B.A. y A.A. Aguirre. 2004. One ocean, one health. *EcoHealth* 1(3): 211-212.
- Zavala-González, A. 1999. El lobo marino de California (*Zalophus californianus*) y su relación con la pesca en la Región de las Grandes Islas, Golfo de California, México. Disertación doctoral. Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada. Ensenada, Baja California, México. 169 pp.
- Zavala-González, A., C. Godínez y R. Enríquez. 2004. La conservación de las islas del Mar de Cortés: experiencias en Baja California. En: E. Rivera Arriaga, G.J. Villalobos, I. Azuz Adeath y F. Rosado May (eds.). *El manejo costero en México*. Universidad Autónoma de Campeche, SEMARNAT, CETYS-Universidad, Universidad de Quintana Roo. Pp. 353-365.
- Zavala-González, A., M.C. García-Aguilar, K. Acevedo-Whitehouse y C. Godínez. 2000. Proyecto para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de los pinnípedos en México. Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAP, México. 109 pp.



Imágenes: Carlos Godínez Reyes (página 40). Daniel W. Anderson (páginas 43 y 51).